ANNO XXVIII - VOL. LVI - N. 1. RIVISTA MENSILE Roma, 15 luglio 1939 (Anno XVII)

Abbonamento annuo: Pel Regno L. **72;** per l'Estero (U. P.) L. **120.** Un fascicolo separato rispettivamente **L. 7,50** e **L. 12,50**

Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

Quota annuale di associazione L. 36

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato, all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA - Via delle Terme di Diocleziano, 90 - Telefono 44-303

SOMMARIO

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA – Via delle Terme di Diocleziano, 90 – Telefono 44-303

Anno XXVIII - Vol. LVI

Secondo Semestre 1939 (XVII-XVIII)

ROMA
STAB. TIPOGRAFICO DITTA ARMANI DI M. COURRIER
Via Cesare Fracassini, 60

1939

SECONDO SEMESTRE 1939 (XVII-XVIII)

I. - QUADRO ANALITICO

II. - REPERTORIO ALFABETICO DEGLI ARTICOLI FIRMATI

ORDINATO SECONDO I NOMI DEGLI AUTORI

Anno XXVIII - Vol. LVI 15 Luglio 1939 - Anno XVII - N. 1

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla "Rivista„ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

La morte di Costanzo Ciano

La notte del 26 giugno COSTANZO CIANO si è spento improvvisamente mentre ritornava da Livorno alla Sua residenza estiva di Ponte a Moriano.

Egli è stato parte troppo importante della ricostruzione Fascista dei nostri mezzi di trasporto perchè la Sua perdita, che è lutto nazionale, non sia particolarmente sentita dagli ingegneri ferroviari italiani, memori dell'Uomo e della Sua opera decennale.

Seguendo gli ordini del Duce, Egli fu anzitutto il restauratore della disciplina nei vari rami delle Comunicazioni ed il riformatore accorto e felice delle singole Amministrazioni di Stato che li gestiscono o li sorvegliano. Esauriti questi compiti pregiudiziali, si dedicò ad una coraggiosa opera di potenziamento di tutti i servizi pubblici affidati alle Sue cure.

In particolare quei programmi di radicale rinnovamento della grande rete ferroviaria, che sono oggi in pieno sviluppo, furono tracciati da Lui con mano sicura ed avviati alla realizzazione.

Nella continuità ideale e pratica del Fascismo, tutta l'opera di Costanzo Ciano assume il valore di una luminosa tradizione.

Nel seguirla fedelmente, renderemo il miglior omaggio alla Memoria di Lui.

Quadruplicamento del binario tra Roma Tiburtina e Roma Mandrione

Dott. Ing. M. MORGANA, per incarico del Servizio Lavori e Costruzioni delle F. S.

(*Vedi Tav. I fuori testo*)

Riassunto. — Si riferisce sui lavori per la formazione della sede ed in particolare sulle modalità costruttive di alcune opere d'arte, meritevoli di segnalazione per le speciali circostanze in cui sono state eseguite.

FIG. 1. — Muri di sostegno e cavalcavia del Pigneto ultimati.

Fra i lavori previsti per la sistemazione dei servizi ferroviari di Roma in dipendenza dell'Esposizione Universale del 1942-XX, è compreso il quadruplicamento del binario del raccordo Roma Tiburtina - Roma Mandrione.

Queste note si riferiscono al tratto che va dall'attraversamento con la linea per Sulmona, al Bivio Mandrione, che è il più interessante dal punto di vista costruttivo.

Esso, infatti, si svolge in una zona urbana, intensamente popolata, fiancheggiata da fabbricati ed intersecata da strade, ferrovie, tramvie, acquedotti, fognature, condutture elettriche, ecc., che ne hanno reso la costruzione complessa in sommo grado, e creata la necessità di speciali accorgimenti, per non interrompere l'esercizio degli impianti preesistenti.

Si dirà qui appresso brevemente di ciascuna delle principali opere eseguite.

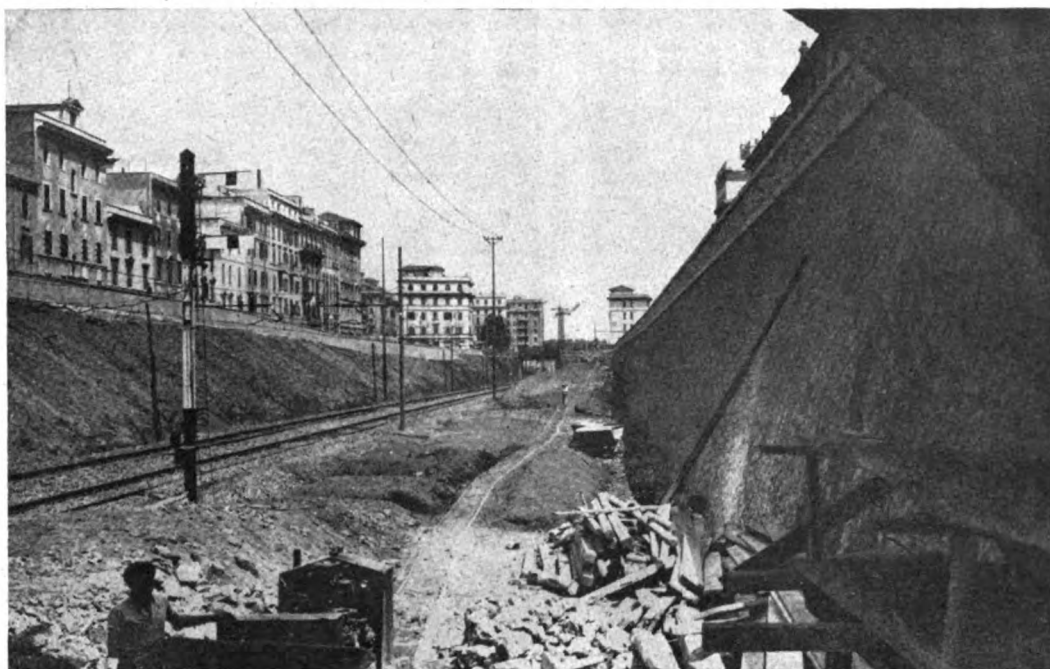



FIG. 2. — Muri di sostegno ultimati.

FIG. 3. — Muri di sostegno in corso di costruzione.

MURI DI SOSTEGNO.

Il quadruplicamento si svolge in trincea e, come sopra è detto, in una zona urbana.

Non era possibile la formazione di scarpate per la presenza di strade correnti sul ciglio dello scavo e di importanti fabbricati; per tali motivi ed anche per ridurre al minimo le aree da espropriare, si sono costruiti dei muri di sostegno.

Questi, per la loro altezza, variabile da m. 6 a m. 11, ed estensione (ml. 862) hanno assunto un'importanza ragguardevole (figg. 1 e 2).

Per le circostanze suaccennate, dovendosi mantenere il transito nelle strade soprastanti e salvaguardare l'integrità delle case, si sono dovuti costruire i detti muri con molta cautela « a campioni » armando fortemente gli scavi (figg. 3 e 4) e riempiendo accuratamente il vano a tergo di ciascun tratto di muro appena eseguito per evitare possibili smottamenti e cedimenti, tanto più che il terreno si è presentato, in generale, di poca consistenza e di natura franosa.

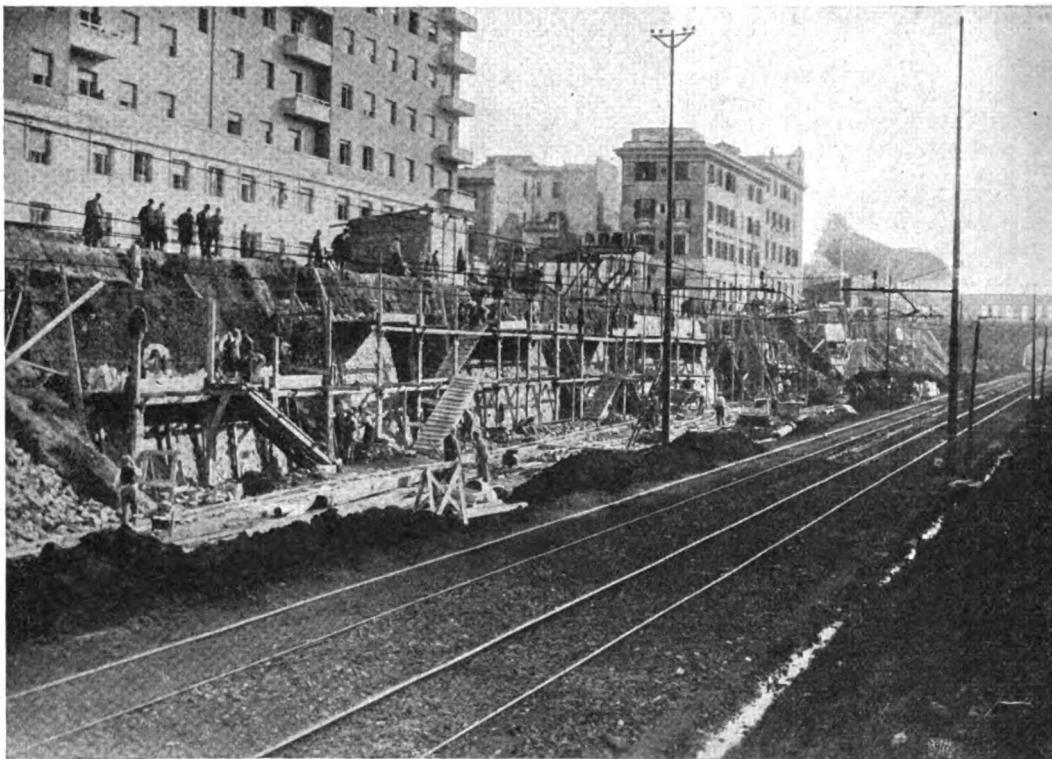



FIG. 4. — Muri di sostegno in corso di costruzione.

I muri sono stati eseguiti in muratura di pietrame siliceo e malta di calce e pozzolana.

Le fondazioni, in genere, sono state eseguite continue, tranne nei tratti in cui sono state incontrate delle gallerie (vecchie cave di pozzolana). In tali tratti è stato adottato il tipo di fondazione ad archi e pilastri, attraversando con questi ultimi la zona delle gallerie (in certi punti a più ordini) fino a raggiungere, al fondo di esse, il terreno atto a fondare.

CAVALCAVIA DEL PIGNETO.

Occorreva prolungarlo aggiungendo una seconda luce.

Per non interrompere l'intenso transito dei pedoni di quella popolatissima zona, fra le varie soluzioni attuabili, si è scelta la più rapida ed economica, e cioè quella consistente nella costruzione di una passerella provvisoria in legname sopraelevata sul piano stradale in corrispondenza della nuova luce da aprire.

FIG. 5. — Cavalcavia del Pigneto prima dell'inizio dei lavori.

FIG. 6. — Cavalcavia del Pigneto. Passerella pedonale provvisoria.

La trasformazione in pila di una delle spalle è stata operata senza centinare l'arco esistente, essendosi potuto accertare col calcolo che ciò non era strettamente necessario, mentre la costruzione della centina sarebbe stata malagevole a causa delle attrezzature elettriche delle linee in esercizio.

La fig. 5 mostra il cavalcavia del Pigneto prima dell'inizio dei lavori; la fig. 6

ritrae il cantiere in corso di lavoro con la vista della passerella provvisoria, mentre nella fig. 1, già citata, si può osservare il cavalcavia a lavori ultimati.

GALLERIA ARTIFICIALE.

Per l'attraversamento della via Casilina e delle due linee per Napoli è stata costruita una galleria artificiale adiacente a quella esistente.

Le linee per Napoli, Via Formia (direttissima) e Via Cassino sono ciascuna a doppio binario.

FIG. 7. — Galleria artificiale. Vista della sede ferroviaria con i binari delle linee per Napoli.

Inoltre sulla via Casilina corrono i due binari delle Ferrovie Vicinali, sicchè, in complesso, i binari da sottopassare erano sei oltre la carreggiata della via Casilina (v. fig. 7).

La lunghezza della galleria è risultata di ml. 83.

L'attraversamento avviene sotto un forte angolo di obliquità: 61°34'.

La galleria in discorso ha presentato non piccole difficoltà di esecuzione.

Si son dovuti adottare particolari accorgimenti per poter mantenere durante la costruzione la continuità del transito dei treni sui sei binari sopraccennati.

Le difficoltà sono state accresciute dalla forte obliquità suindicata.

Infatti, mentre la luce della galleria è nel retto di m. 8,60, sull'obliquo, ossia nella direzione dei binari, essa misura m. 18,06.

Computando anche la grossezza dei piedritti, sempre sull'obliquo, si aveva una zona di m. 31,40 di larghezza lungo la quale si doveva provvedere al sostegno provvisorio dei binari.

Non potendosi, naturalmente, pensare di superare un così gran varco con un'opera provvisoria, ad una sola luce, per il sostegno dei binari, essa è stata suddivisa in

tre parti, mediante due stilate intermedie in legno, in relazione anche alla lunghezza delle travi di ferro a doppo *T* disponibili.

Il lavoro è stato suddiviso nelle seguenti fasi (vedi Tav. I):

1ª fase: Costruzione delle opere provvisorie di sostegno dei binari;

2ª fase: Costruzione dei piedritti;

3ª fase: Costruzione del volto;

4ª fase: Demolizione delle opere provvisorie.

I lavori poi di ciascuna fase sono stati eseguiti gradatamente nel seguente ordine.

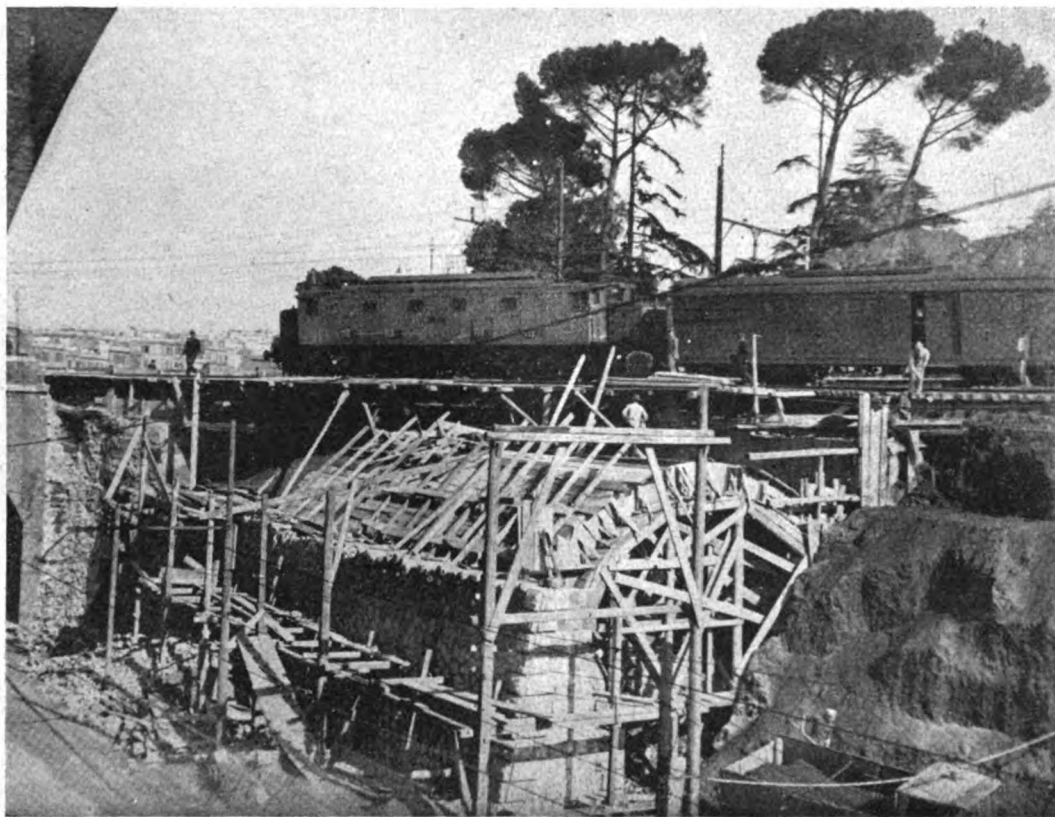



FIG. 8. — Galleria artificiale.

Si è iniziato il lavoro scavando due cunicoli adiacenti al piedritto da costruire, lato Napoli, sostenendo i binari con travate provvisorie poggianti su cataste di traverse, per far luogo alla costruzione di un muro continuo all'esterno del piedritto ed alla fondazione di robuste stilate dal lato interno (una sotto ciascun binario).

Tanto il muro che le stilate sono state spinte fino al piano di imposta del volto (m. 6,50 dal piano del ferro).

Indi si sono montate le travate provvisorie a sostegno dei binari a cavallo del piedritto da costruire, poggianti, da un lato sul detto muro, e dall'altro sulle stilate.

Ultimata la posa delle travate, si iniziò il cunicolo per lo scavo per il piedritto e relativa muratura in calcestruzzo di agglomerante cementizio.

Il lavoro veniva eseguito a tratti, binario per binario, procedendo contemporaneamente dai due imbocchi verso il centro.

Per la costruzione del piedritto lato Roma, il procedimento fu identico a quello descritto per il piedritto lato Napoli, con la sola variante che il muro venne appoggiato sul piedritto adiacente dell'esistente galleria.

Durante gli scavi per questo piedritto furono rinvenute diverse gallerie, antiche cave di pozzolana, ripiene di terriccio estendentisi fin sotto le stilate. Esse furono svuotate ed accuratamente riempite di pietrame di tufo.

Gli scavi armati sotto binario per la formazione dei piedritti, hanno raggiunto la profondità di circa m. 13 dal piano del ferro.

FIG. 9. — Galleria artificiale ed Acquedotto Felice.

Completata la costruzione dei piedritti, si passò alla costruzione del volto (figure 8, 9 e 10).

Prima però si è dovuto provvedere alla posa delle travate provvisorie per il sostegno dei binari nella parte centrale, poggianti sulle stilate, in modo da avere libera tutta la zona corrispondente al volto.

Inoltre, per misura precauzionale, onde non aver troppi scavi aperti contemporaneamente, si sono sopraelevati i piedritti, oltre il piano dei rinfianchi, facendo appoggiare su di essi le travate laterali, di cui è stata così notevolmente diminuita la luce.

Anche la costruzione del volto, in calcestruzzo di cemento, è stata eseguita gradatamente, binario per binario, ad anelli successivi.

Il volto è stato gettato direttamente sul terreno che ha funzionato da centina. Man mano che si completava lo scavo, fino un po' al disotto della linea di intradosso del volto, il terreno veniva esattamente sagomato, formando la superficie per il getto

con un sottofondo di pietrame tufo lisciato con malta di calce, e soprastante strato di gesso.

Ultimato il volto, compresi rinfianchi e cappa di asfalto, si procedette alla demolizione delle stilate.

Per far ciò, si sono costruiti dei muri ai lati delle stilate, su cui si sono fatte appoggiare le travate, a cavallo delle stilate, le quali, così, erano rese libere. Liberate le stilate, siccome i ritti di esse, attraversavano il volto, per non dover attendere che fosse eseguito lo scavo della terra al di sotto dell'intradosso, ciò che avrebbe per-

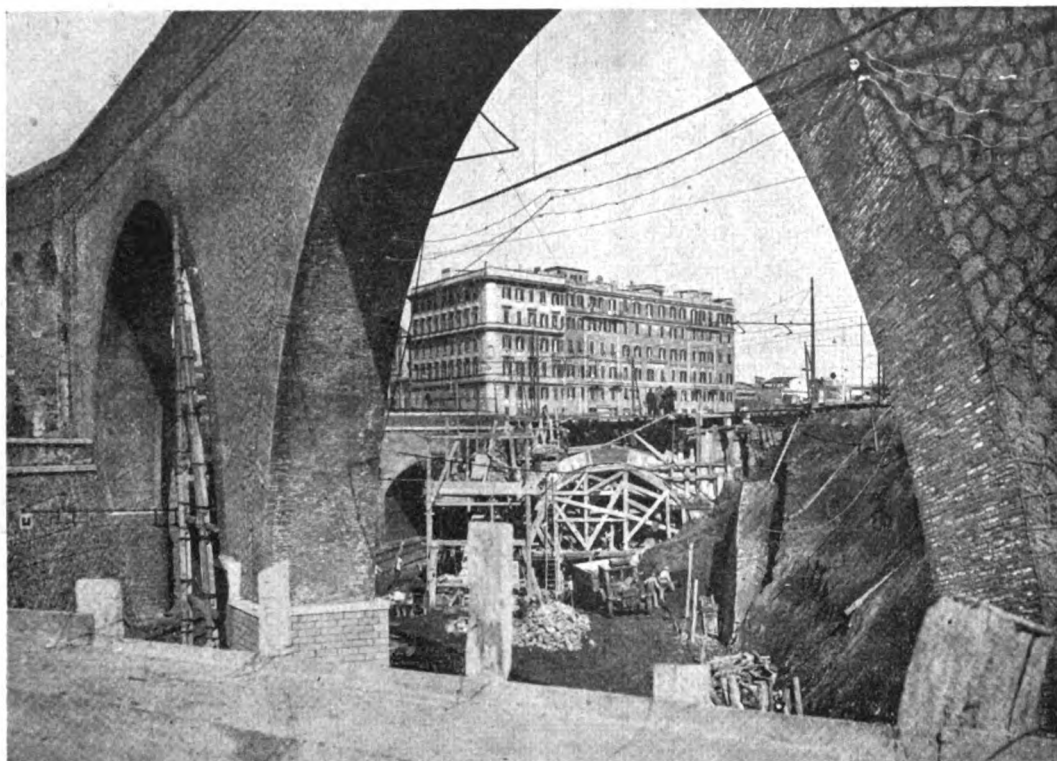



FIG. 10. — Galleria artificiale ed Acquedotto Felice.

messo di sfilarli, a guadagno di tempo, la demolizione venne eseguita dal di sopra, troncando i ritti all'altezza dell'estradosso e demolendo con speciali scalpelli la parte compresa nello spessore del volto.

Dopo di che, i buchi rimasti nel volto vennero accuratamente riempiti di calcestruzzo; venne completata la cappa di asfalto, e, ultimato il riempimento, furono sistemati i binari sulla massicciata normale.

Dopo un conveniente periodo di stagionatura del volto, si è provveduto finalmente all'asportazione del terreno al disotto di esso fino al piano di regolamento della galleria.

Nelle opere provvisorie sopra descritte sono state impiegate N. 128 travi di ferro a doppio T di altezza variabile da m. 0,50 a 0,70 e di lunghezza da m. 8,75 a m. 15, con le quali sono state formate 32 travate; sono stati eseguiti, durante la varie fasi, non meno di 58 movimenti per porre in opera, spostare o sostituire e togliere d'opera le travate suddette, movimenti effettuati sempre di notte, nei brevi intervalli disponibili fra un treno e l'altro.

ATTRAVERSAMENTO DELL' ACQUEDOTTO FELICE PRESSO LA VIA CASILINA.

Occorreva creare un nuovo arco accanto a quello esistente senza interrompere menomamente l'esercizio dell'acquedotto trattandosi di uno dei più importanti servizi pubblici dell'Urbe (fig. 11).

Il nuovo arco di luce m. 24,40 interessava 6 archi dell'acquedotto. Anche qui il lavoro è proceduto per varie fasi successive, come mostra la Tav. I, nel seguente ordine (v. anche figure dalla 12 alla 16).

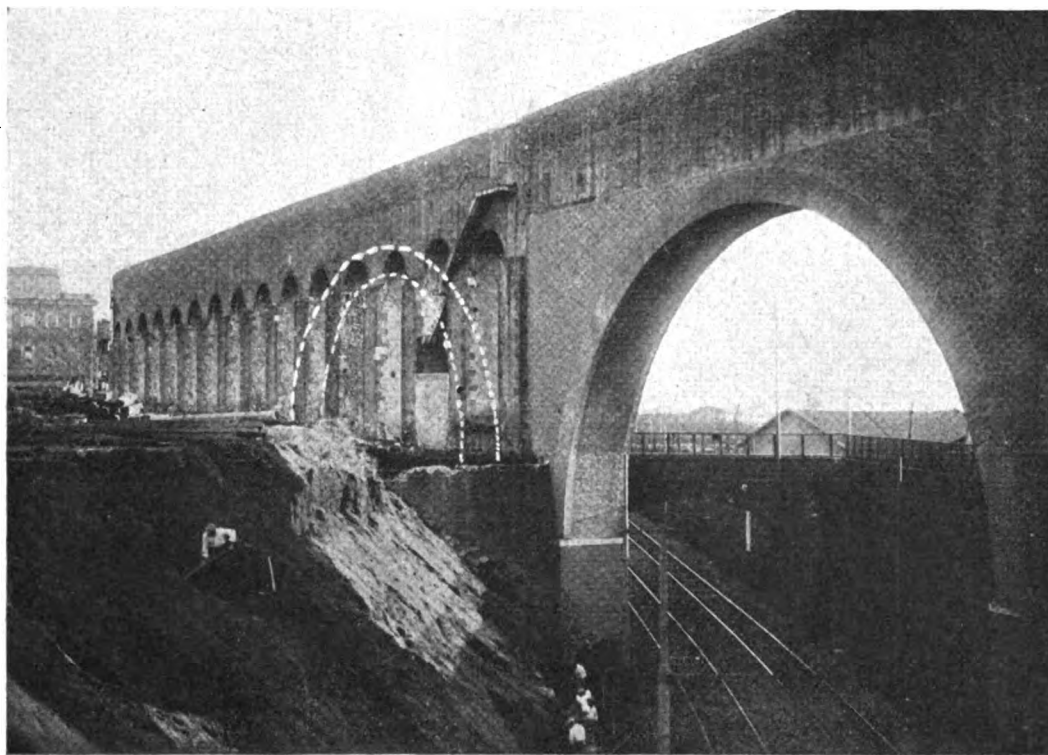



FIG. 11. — Attraversamento dell'Acquedotto Felice presso la via Casilina prima dell'inizio dei lavori per la costruzione del nuovo arco.

In un primo tempo si riempirono i vuoti sotto detti archi con muratura di tufo e malta di cemento, dallo zoccolo di fondazione, fino all'intradosso dell'arco da costruire (fig. 12).

Poi, dopo un conveniente periodo di stagionatura dei suddetti riempimenti, vennero eseguiti tutti i tratti del nuovo arco che potevano essere inseriti nelle luci esistenti tra pila e pila.

Contemporaneamente ai riempimenti suaccennati, si procedeva alla sottomurazione del tratto di acquedotto corrispondente alla spalla sinistra dell'arco esistente, da trasformare in pila, ed alla sottomurazione del tratto di acquedotto corrispondente alla nuova spalla da creare, lato Napoi.

Per eseguire questa delicata operazione, venne dapprima praticato uno scavo a pozzo, di conveniente larghezza, lungo tutto il perimetro delle zone da sottomurare, e fino alla quota di fondazione stabilita a circa ml. 10 sotto il piano di campagna.

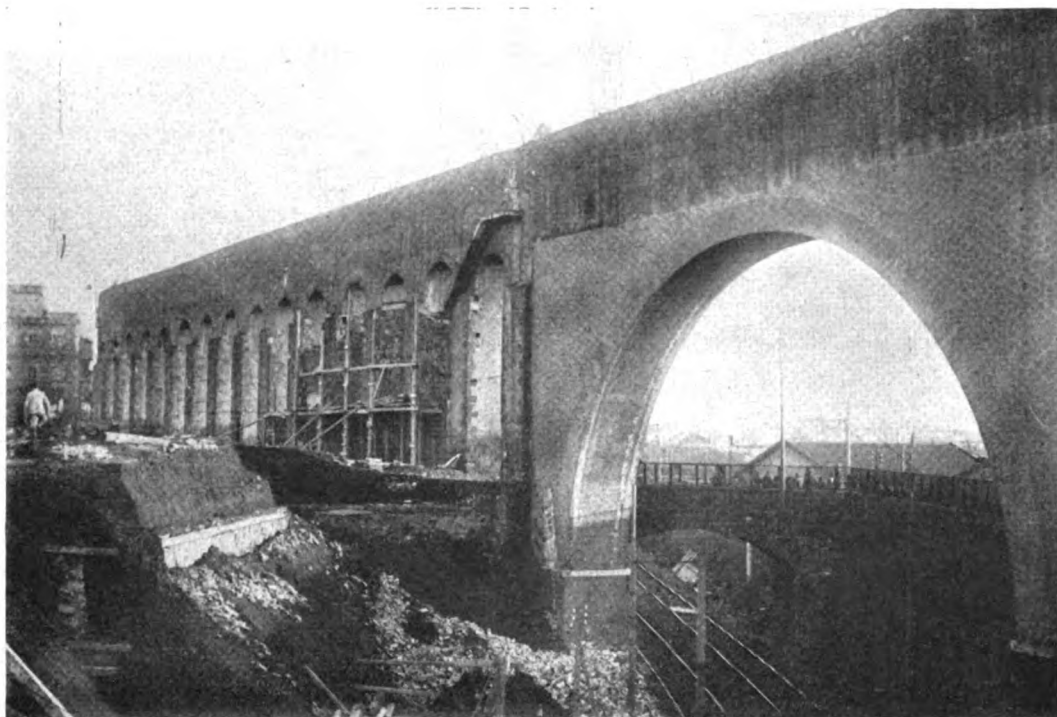



FIG. 12. — Attraversamento Acquedotto Felice presso la via Casilina.
Riempimento delle vecchie luci.

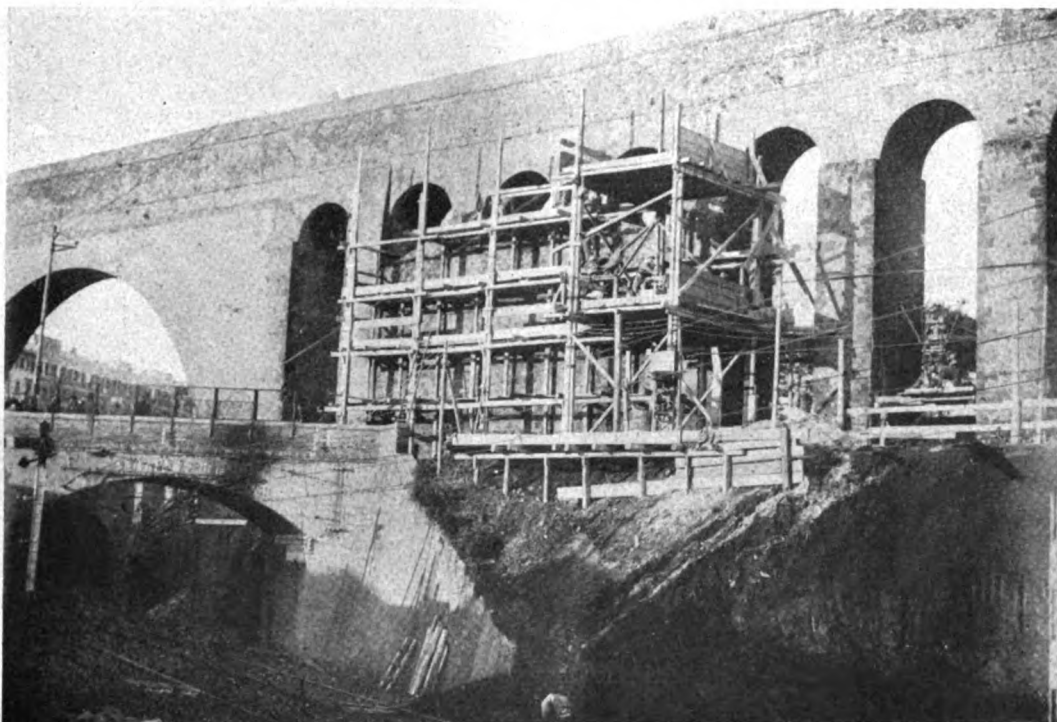



FIG. 13. — Attraversamento Acquedotto Felice presso la via Casilina.
Vista dei lavori dal lato Mandrione.

Poscia, a breccie opportunamente alternate, di larghezza non superiori a m. 1,50 e di profondità uguale a metà spessore della muratura da sottofondare, si eseguì a tratti successivi, lo scavo necessario e la relativa muratura di fondazione.

Completatate le sottomurazioni, si passò alla costruzione dei segmenti di arco ancora mancanti e cioè quelli corrispondenti alle pile del vecchio acquedotto.

Anche questa parte del lavoro ha richiesto molta cura ed attenzione. Venne applicato il metodo detto del « cuci e scuci » demolendo la vecchia muratura a piccoli tratti di lunghezza non superiore a ml. 1,50, opportunamente distanziati fra loro e sempre per metà spessore dell'arco, e rimpiazzandola, subito dopo, con la muratura dei conci corrispondenti del nuovo arco. Questo venne eseguito in mattoni scelti e malta di cemento.

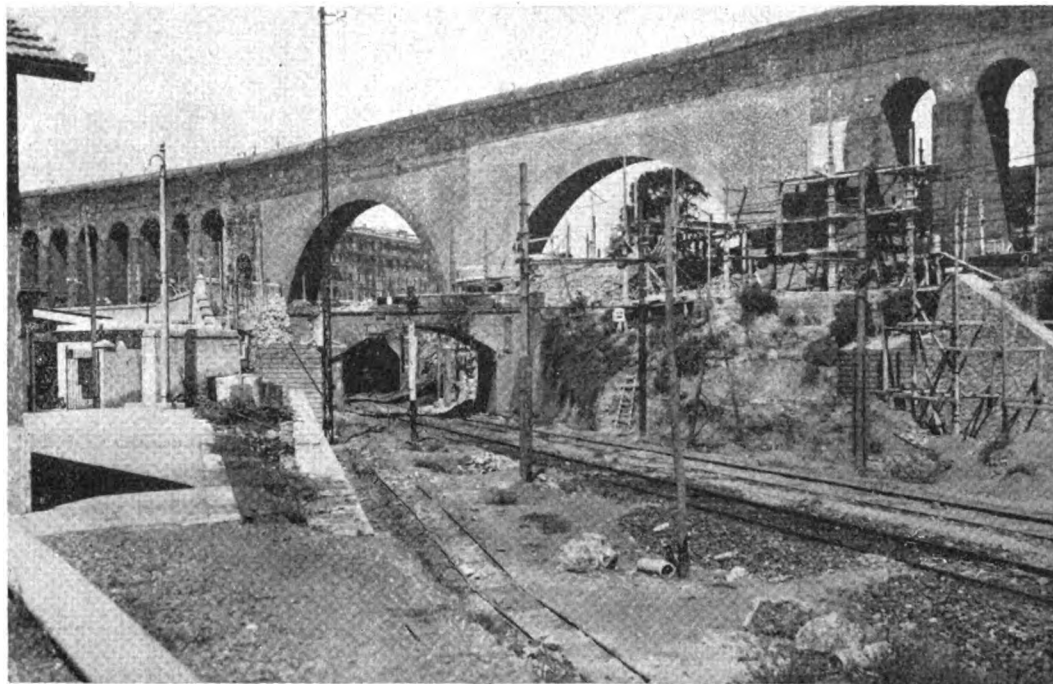



Fig. 14. — Attraversamento Acquedotto Felice pressa la via Casilina. L'arco è ultimato; si procede allo scavo del terreno sottostante. In primo piano Cavalcavia dei Canneti all'inizio della demolizione.

Ultimato l'arco, dopo circa un mese di stagionatura, si procedette, per così dire, al « disarmo » dell'arco, cioè a dire, alla demolizione di tutte le murature sottostanti, nonchè agli scavi necessari fino a raggiungere il piano di regolamento della sede dei nuovi binari.

Tutte le varie operazioni sopradette, si son dovute eseguire con la cura più meticolosa, onde evitare anche piccoli cedimenti che avrebbero prodotto delle crinature nel vecchio canale in muratura; scopo che è stato pienamente raggiunto.

Cavalcavia dei canneti

È stato sostituito il vecchio cavalcavia ad una luce di m. 8 (fig. 14), con un nuovo cavalcavia a due luci di m. 9,01 sul retto (m. 10,82 sull'obliquo) ubicato un po' più avanti verso Mandrione.

In un primo tempo si costruirono le due spalle per cui non si aveva alcun impedimento.

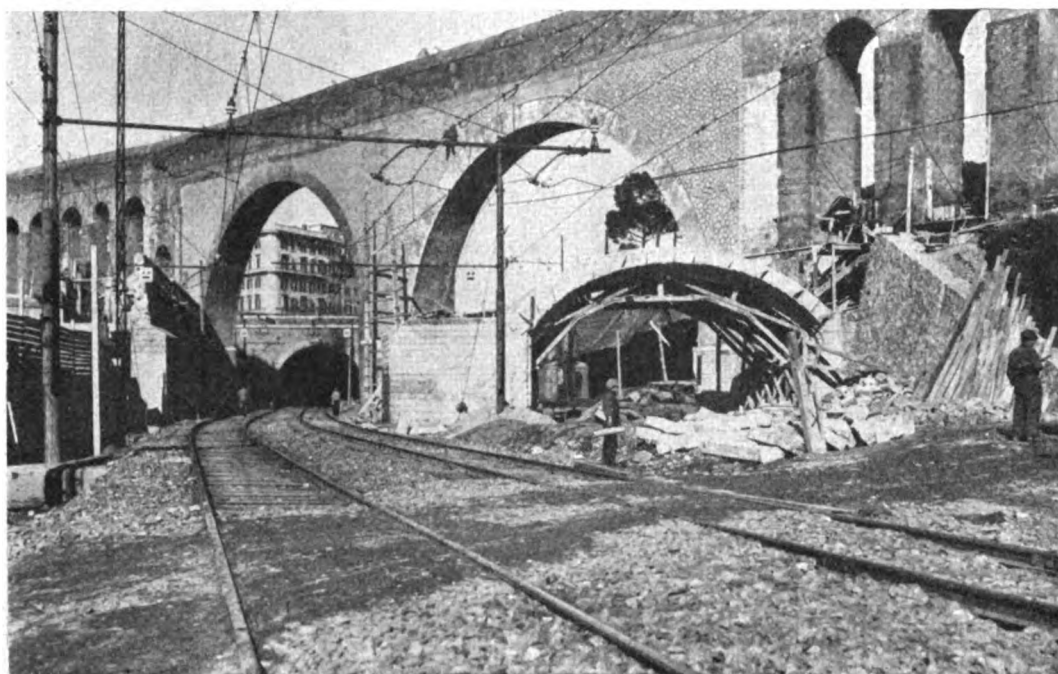



FIG. 15. — Acquedotto Felice e Cavalcavia dei Canneti.

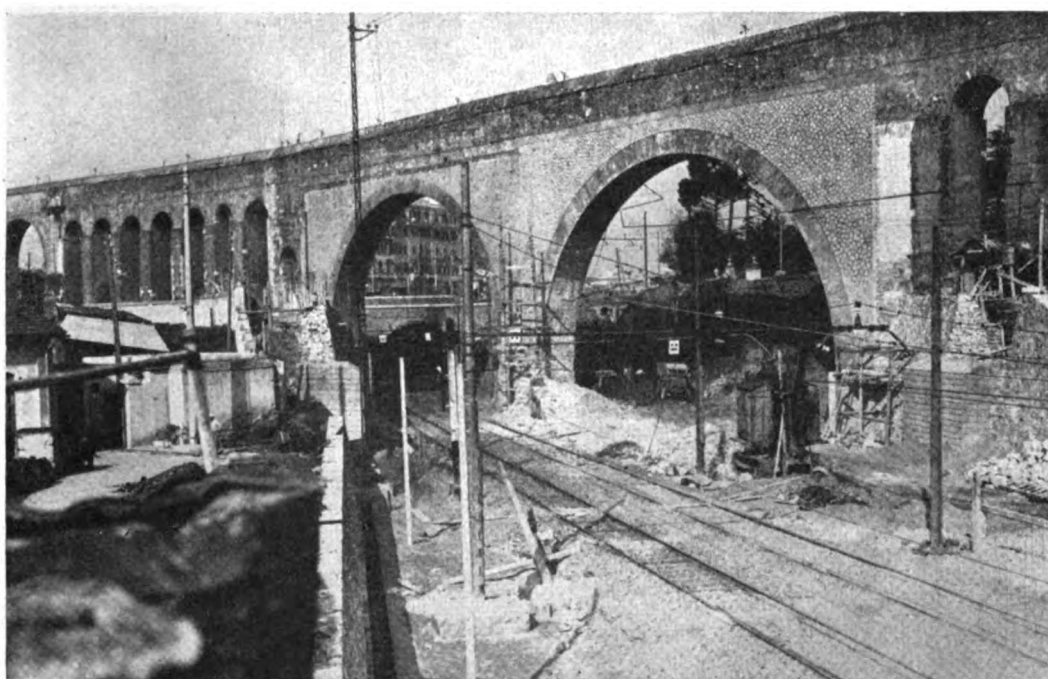



FIG. 16. — Attraversamento Acquedotto Felice presso la Via Casilina.
L'opera completamente ultimata vista dal lato Mandrione.

Per la costruzione della pila, invece, si dovettero prima spostare i binari esistenti, e relative attrezzature elettriche, nella nuova posizione di progetto, e poichè tale nuova posizione era incompatibile col manufatto esistente, questo dovette essere demolito in precedenza, interrompendo il transito sulla via dei Canneti.

Non potendosi centinare il volto per deficena di altezza libera, e non potendosi far uso di mine per la presenza delle attrezzature elettriche, esso venne demolito a piccoli anelli paralleli al fronte. L'ultimo anello venne abbattuto servendosi di ponteggi a sbalzo formati al di sopra dell'arco.

Eseguita anche la pila, la costruzione dei volti non presentava più alcuna difficoltà.

Solo, per il getto dell'arco sopra i binari in esercizio, si dovette ricorrere ad una centinatura speciale di altezza ridotta, poichè, con una centina di tipo normale non si sarebbe potuto rispettare la sagoma T. E. (figg. 15, 17 e 18).

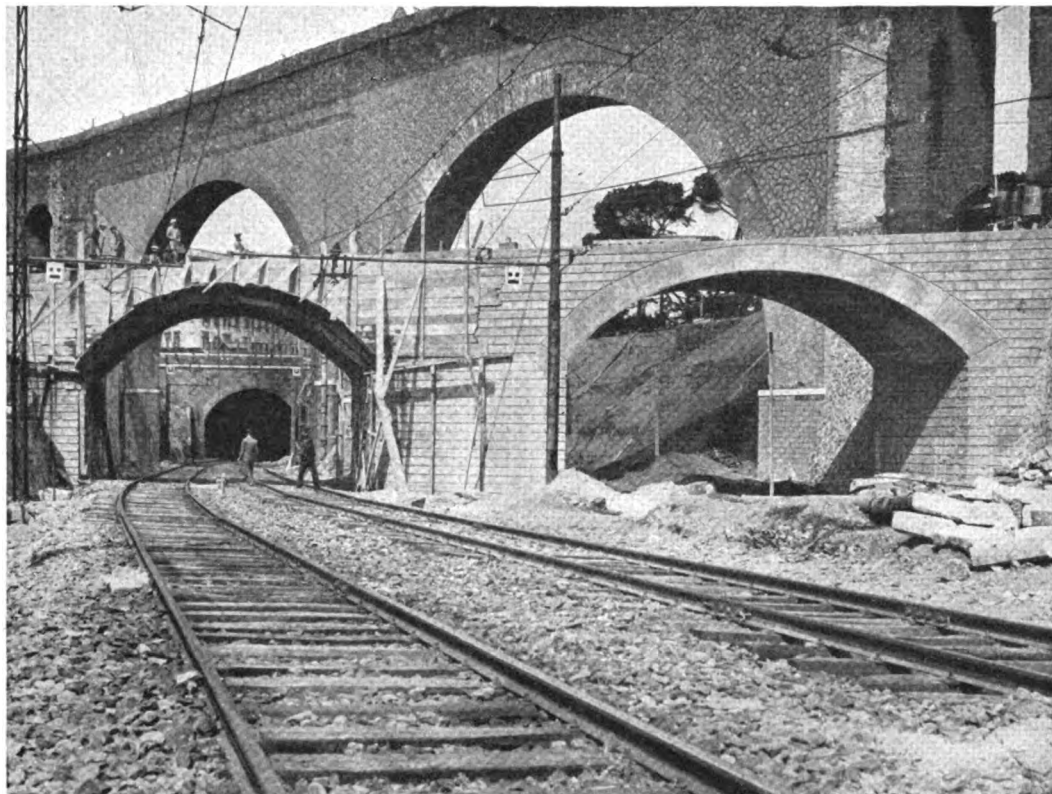



FIG. 17. — Acquedotto Felice e Cavalcavia dei Canneti.

ATTRAVERSAMENTO DELL'ACQUEDOTTO FELICE PRESSO LA VIA DEL MANDRIONE ED AMPLIAMENTO DEL CAVALCAVIA ADIACENTE (figg. 19, 20, 21 e 22).

Per poter formare la sede per un altro binario, occorreva ampliare, tanto l'arco minore dell'attraversamento con l'acquedotto, quanto l'arco minore del cavalcavia adiacente.

L'interdipendenza di questi due attraversamenti e i diversi vincoli dovuti agli impianti esistenti, hanno richiesto un accurato studio del programma dello sviluppo dei lavori.

Infatti, non era possibile porre mano alla costruzione della nuova luce del cavalcavia, senza aver prima spostato il binario esistente nella sua posizione definitiva di progetto; ma a tale spostamento si opponeva la presenza della spalla destra dell'acquedotto. A questo, si aggiunga la necessità di mantenere contemporaneamente la circolazione dei treni, il traffico sulla via del Mandrione e l'esercizio dell'acquedotto.

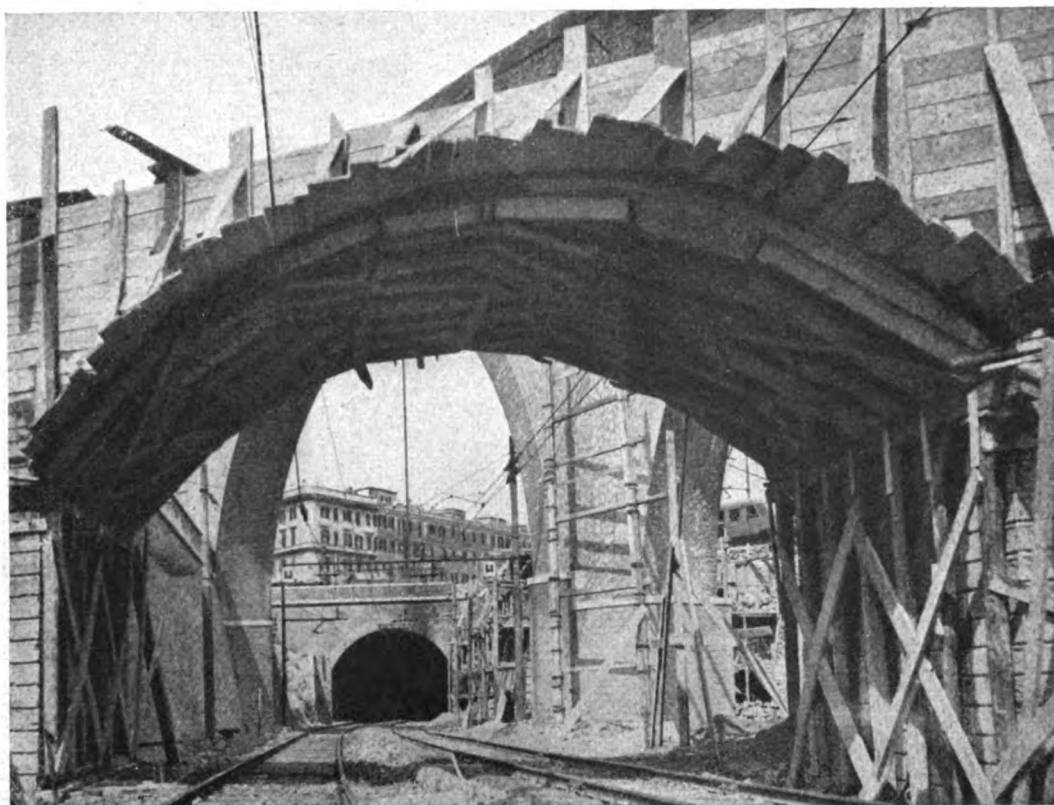



FIG. 18. — Centina ad arco di legname per la costruzione del nuovo volto.

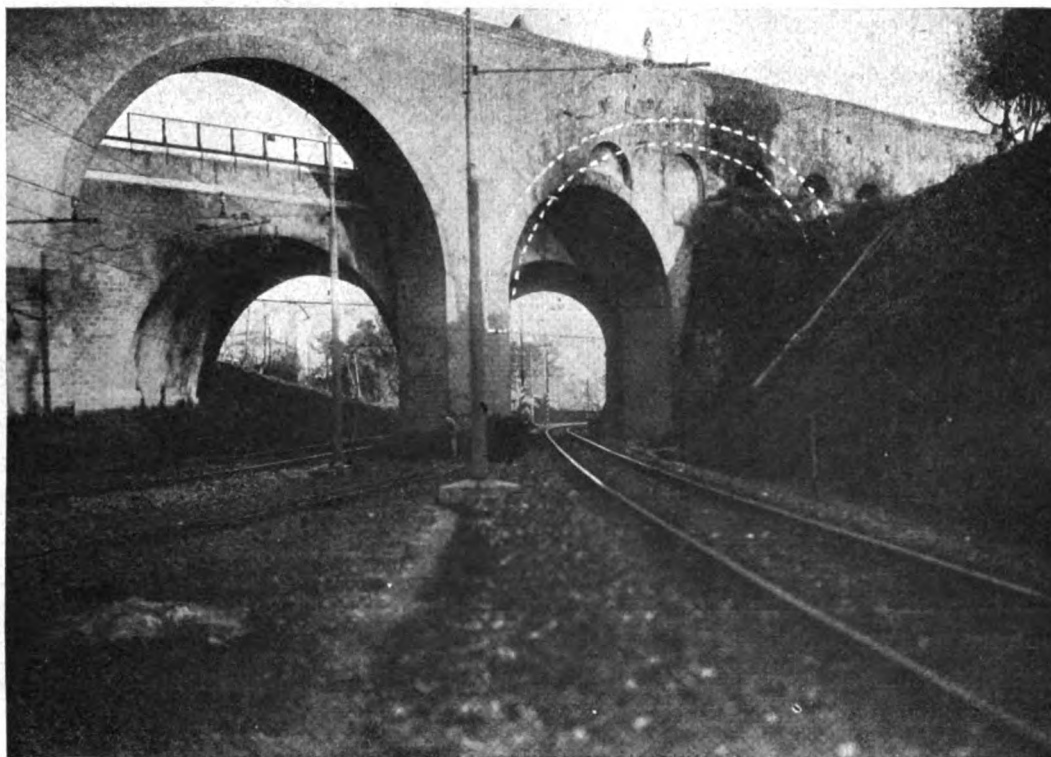



FIG. 19. — Attraversamento con l'Acquedotto Felice presso la via del Madrione prima dell'inizio dei lavori per l'ampliamento.

I lavori si sono, pertanto, svolti secondo le seguenti fasi:

1ª fase: costruzione del nuovo arco dell'acquedotto e contemporanea costruzione di un cavalcavia provvisorio;

2ª fase: demolizione del vecchio arco dell'acquedotto, demolizione del vecchio arco del cavalcavia e spostamento del binario;

3ª fase: costruzione del nuovo arco del cavalcavia.

Nella costruzione del nuovo arco dell'acquedotto, si doveva tenere presente, oltre i vincoli suaccennati derivanti dall'esercizio dell'acquedotto e della ferrovia, anche la

FIG. 20. — Cavalcavia del Mandrione prima dell'inizio dei lavori di ampliamento.

necessità di contrastare la spinta dell'arco adiacente. Per ciò, si sarebbe dovuto accuratamente centinare quest'ultimo, cosa non troppo agevole data la presenza dei binari in esercizio.

Fra le varie soluzioni studiate, si scelse la seguente, che prescindeva dalla centinatura, soluzione che è sembrata la più semplice ed economica, sebbene alquanto ardita. La soluzione adottata si è basata in sostanza sul concetto di mantenere in efficienza il vecchio arco, fino alla completa esecuzione del nuovo, nonostante che i due archi si intersecano (fig. 19).

Ed ecco come essa è stata realizzata. A partire dall'imposta sinistra, si iniziò la costruzione del nuovo arco a guisa di una sottomurazione, a conci successivi, di sviluppo non maggiore di un metro, e di larghezza circa m. 0,90 corrispondente ad un terzo dell'intera larghezza dell'arco, previa demolizione della corrispondente muratura

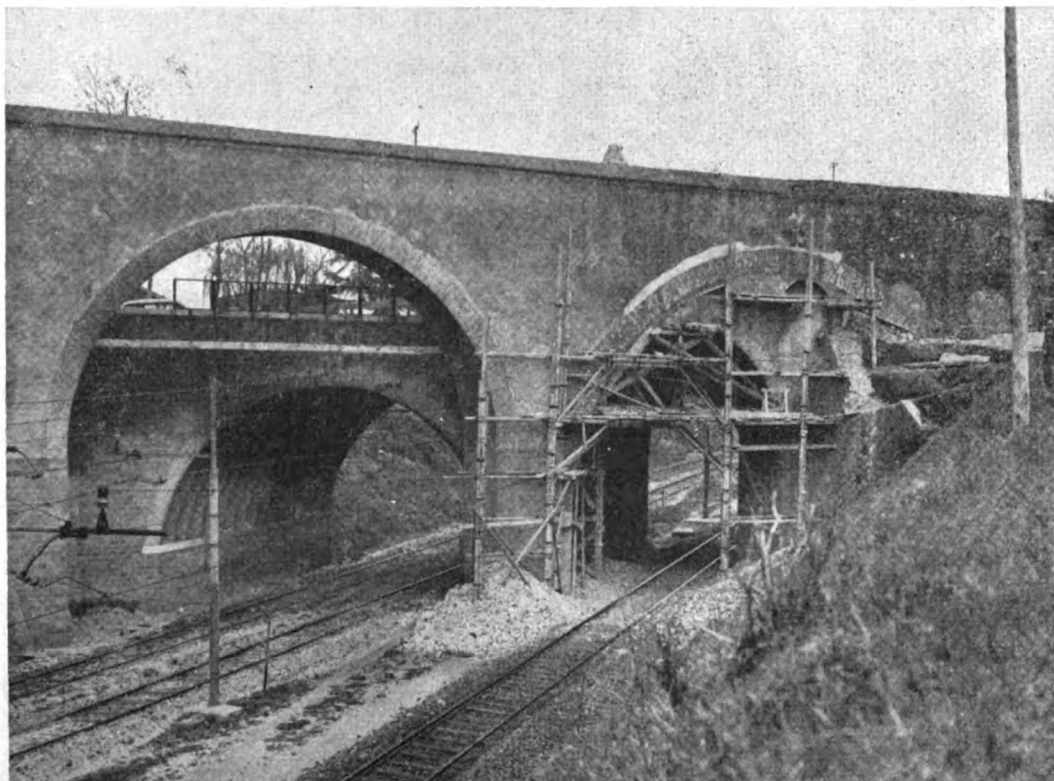



FIG. 21. — Attraversamento Acquedotto Felice presso la via del Mandrione. Costruzione del nuovo arco.

FIG. 22. — Ampliamento Cavalcavia del Mandrione. Cavalcavia provvisorio.

del vecchio arco. Lo spessore di questi conci si spingeva fino allo estradosso del vecchio arco. In tal modo rimanevano sempre attivi due terzi della sezione radiale di esso.

Con questo procedimento si è continuato, fino a superare tutta la zona di sovrapposizione dei due archi, e cioè fino al di sopra dell'estradosso del vecchio arco.

Da questo punto in poi la costruzione è proceduta più agevolmente col metodo del « cuci e scuci », di cui è già stato fatto cenno.

È da notare che, anche qui, prima di intraprendere la costruzione dell'arco, si è dovuto provvedere alla sottomurazione della nuova spalla. Il lavoro si è svolto come descritto precedentemente per l'altro attraversamento presso la via Casilina, solo che qui l'operazione è stata resa più delicata per il fatto che, al disotto del piano prima stabilito per la sottofondazione (ml. 13,50 sotto il piano di campagna), un ulteriore sondaggio ha rilevato la presenza di gallerie a due ordini sovrapposti, di cui l'inferiore con fondo a circa ml. 20 dal piano di campagna. Si è dovuto provvedere, pertanto, al riempimento di dette gallerie, nel tratto interessante la sottomurazione, con muratura di tufo e pozzolana.

Ultimata la costruzione dell'arco nel modo dianzi descritto, ed il cavalcavia provvisorio, si procedette, nell'ordine sopraccennato, alla demolizione del vecchio arco dell'acquedotto ed allo spostamento del binario, e quindi la costruzione del nuovo arco del cavalcavia potè essere intrapresa senza impedimento alcuno.

Per il completamento della sede del quadruplicamento, sono state eseguite numerose opere minori, che non è il caso di descrivere singolarmente, come: spostamenti di fogne (collettori) del Governatorato, spostamenti e ricostruzioni di strade, demolizione e ricostruzione in altra sede di casette, spostamenti di attraversamenti elettrici, ecc.

Complessivamente, per questo primo lotto di lavori per la formazione della sede del quadruplicamento del binario Tiburtina-Mandrione, della lunghezza di ml. 1905, sono stati costruiti n. 3 cavalcavia, n. 2 attraversamenti con l'Acquedotto Felice, n. 1 galleria artificiale e ml. 862 di muri di sostegno, che hanno richiesto:

Movimenti di terra	mc.	136.000
Muratura di pietrame siliceo	»	13.000
Muratura di tufo	»	3.500
Calcestruzzo di agglomerante cementizio	»	11.000
Calcestruzzo di cemento	»	4.400
Muratura di mattoni	»	850

I lavori, iniziati nel mese di ottobre 1937-XV saranno completamente ultimati entro il mese di luglio 1939-XVII, con un totale di 64.000 giornate-operaio. L'importo complessivo ammonta a circa L. 5.000.000.

I lavori sono stati diretti dalla Sezione di Roma del Servizio Lavori delle Ferrovie dello Stato. Impresa appaltatrice Fratelli FALCIOLA di Milano.

Considerazioni sul calcolo delle oscillazioni nelle sospensioni dei veicoli ferroviari

Ing. M. MATERNINI

Riassunto. — Nelle sospensioni dei veicoli ferroviari, hanno notevole importanza le molle a balestra aventi la particolarità di possedere quell'attrito interno necessario per dare un rapido smorzamento alle oscillazioni che durante la marcia del veicolo sono indotte nella sospensione.

L'influenza di questo attrito interno delle molle a balestra è considerata da un punto di vista grafico e analitico, per la determinazione del coefficiente di smorzamento da introdurre nell'equazione differenziale caratteristica, rappresentante il moto di trepidazione di un veicolo.

Nell'ultima parte di questa nota, alcune applicazioni pratiche, tratte dalle considerazioni analitiche svolte in precedenza, indicano la relazione che sussiste fra le caratteristiche costruttive della strada (ferrata o ordinaria) e quella dei veicoli che la percorrono, e come questa relazione che lega fra loro strada e veicolo debba essere tenuta presente nello studio di entrambi.

1. — Generalità sulle molle usate nella costruzione di veicoli ferroviari.

E' noto che per la sicurezza della marcia, in qualsiasi veicolo, si rende indispensabile che gli urti provocati dal rotolamento delle ruote e trasmessi da queste alla cassa, siano resi innocui, agli effetti della stabilità, mediante un lavoro di deformazione elastica. Quantunque in generale tutti gli elementi costruttivi del veicolo e del binario siano più o meno dotati di una certa elasticità, la parte del lavoro d'urto da essi assorbita è in pratica relativamente piccola e quindi insufficiente da sola a neutralizzare il dannoso effetto degli urti. Fra le ruote e la cassa del veicolo s'introducono pertanto degli organi, aventi appunto lo scopo principale di assorbire il suddetto lavoro dovuto agli urti. Questi organi sono le molle di sospensione, usate anche nei veicoli stradali, nella maggior parte dei quali però il cerchione pneumatico, che avvolge la ruota, ha pure l'ufficio di assorbire in parte, neutralizzandolo, l'effetto delle irregolarità del piano viabile, che sono spesso di gran lunga maggiori delle irregolarità di un binario ferroviario.

In un veicolo esistono pure molle, che possono avere anche altri scopi, diciamo così, di minor importanza, quale ad esempio quello d'esercitare sforzi direttori sulle ruote per tenerle nella loro posizione normale, ovvero per ricondurvele in caso di deviazione.

Nei veicoli ferroviari i tipi di molle usati sono: quello a balestra, quello a spirale e in qualche caso (come negli organi di repulsione, nella trazione continua, ecc.) il tipo a bovolo.

Il primo tipo (v. fig. 1) è quello maggiormente diffuso, poichè ha il vantaggio di trovare facilmente una più semplice e razionale ubicazione e di essere il più adatto allo scopo da raggiungere. In generale quindi le molle a balestra entrano sempre in qualsiasi tipo di sospensione, mentre quelle a spirale sono usate solo in composizione

con le prime, specialmente nei veicoli viaggiatori per rendere più dolce la sospensione stessa.

Faremo pertanto oggetto particolare del presente studio le molle a balestra. Elemento caratteristico di queste molle, e tale da conferire loro l'assoluta preferenza su

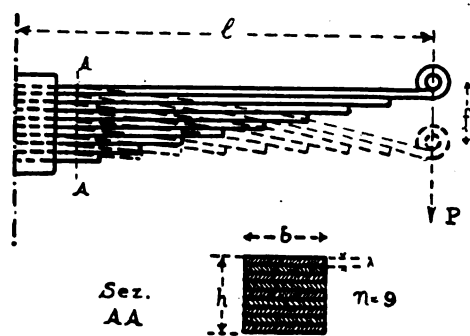



Fig. 1.

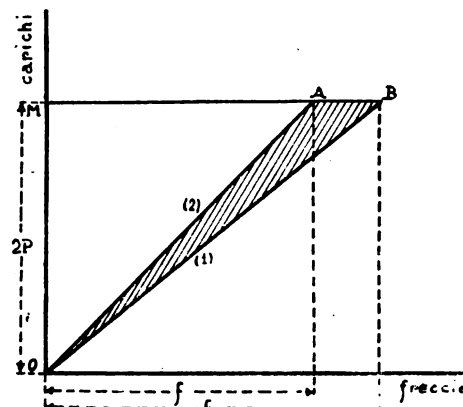



Fig. 2

ogni altro tipo, è l'attrito interno, che nasce fra le diverse lame che compongono la molla, in seguito ai loro reciproci movimenti durante la sospensione.

Per renderci conto dell'attrito fra le lame consideriamo una molla che supporremo dapprima senza tale attrito.

Se su un diagramma (fig. 2), nel quale in ascisse siano stati portati i valori delle freccie elastiche e in ordinate rispettivamente i carichi totali $2P$ che le producono, tracciamo la curva riferentisi alla molla senza attrito (1), essa sarà la linea [1] e la area del triangolo OBM rappresenterà il lavoro di deformazione:

$$L = 1/2 \cdot 2 \cdot Pf_1 = Pf_1.$$

Tracciando ora linea [2], che si riferisce al comportamento di una molla reale, si deve osservare che la freccia f prodotta dallo stesso carico $2P$ sarà minore; il lavoro quindi del carico $2P$ è composto di due parti una rappresentata dall'area AMO che è il lavoro $L = 1/2.2\ P\ f$ di deformazione della molla, ed un'altra parte rappresentata dall'area AOB che è il lavoro L_r assorbito dall'attrito; il rapporto k fra questi due lavori è detto coefficiente d'attrito della molla ed il suo valore, come è noto, è dato dalla formola:

$$k = \frac{L_r}{L} = \varphi\ (n - 1)\ \frac{h}{l}\ ,$$

dove φ è il coefficiente d'attrito fra foglia e foglia, n il numero delle foglie, h l'altezza totale della molla e l la semilunghezza della foglia madre (v. fig. 1).

Ne segue che il movimento delle molle a balestra, a causa di questo attrito, risulta costituito da una serie di oscillazioni smorzate, oscillazioni nelle quali lo smor-

(1) Per semplificazione abbiamo fatto astrazione dell'isteresi elastica, che renderebbe un poco più complessa la rappresentazione grafica del fenomeno.

zamento, come vedremo meglio in seguito, è più o meno accentuato a seconda del valore più o meno alto del coefficiente d'attrito della molla.

Importantissimo è questo smorzamento, specialmente nei veicoli ferroviari per i quali è oltremodo vantaggioso un rapido ritorno allo stato di quiete degli elementi oscillanti. E qui appunto, prima di passare ad una trattazione più particolareggiata dell'argomento, è opportuno richiamare, sia pure molto sommariamente, alcuni concetti generali sui vantaggi relativi alla rapidità di smorzamento delle oscillazioni, nel campo dei trasporti.

In linea di massima una oscillazione prolungata, sia pure con grande ampiezza, ha sempre un effetto sgradevole, anche quando il veicolo ha un'andatura tranquilla e senza scosse. Infatti una sospensione troppo dolce od a debole smorzamento, produce facilmente delle lunghe oscillazioni nella direzione dell'asse verticale del veicolo, così pure può dar luogo a delle rotazioni intorno all'asse longitudinale ed a movimenti di galoppo intorno all'asse trasversale, quando gli urti provocati dalle irregolarità del binario non agiscono simultaneamente e con la stessa intensità su tutte le molle della sospensione.

D'altra parte una sospensione troppo dura, dovuta ad una limitata flessibilità delle molle, ovvero ad un attrito interno troppo intenso, dà luogo a dei movimenti brevi e sgradevoli (sussulti) nella direzione dell'asse verticale del veicolo. Con le molle a balestra il caso di oscillazioni troppo prolungate è evitato; è facile invece cadere in una eccessiva durezza del molleggio, infatti, come vedremo, se l'attrito delle molle è troppo elevato, queste, non entrando in azione se non quando la variazione di carico è eguale a tale attrito, trasmetteranno le piccole scosse integralmente alla cassa. Un rimedio a questo inconveniente si ottiene ingrassando la molla, meglio quando possibile, lubrificandola regolarmente durante il servizio. Con le molle a spirale la sospensione risulterebbe oltremodo dolce, ma non presentando queste molle un vero e proprio attrito interno, le oscillazioni hanno un minore smorzamento, per cui oltre a cadere nel primo degli inconvenienti citati dianzi, se le irregolarità del percorso si succedono frequentemente, è possibile cadere nel pericolosissimo effetto di risonanza, sul quale torneremo fra poco.

Avendo quindi ciascuno di questi due tipi di molla i suoi vantaggi e i suoi inconvenienti, quando, beninteso, il tipo di costruzione lo consente, si tende a realizzare una speciale disposizione, consistente nel porre in serie parecchie molle dei due tipi suddetti, in modo che la maggior parte della flessione ammissibile spetti alle molle a balestra e la parte minore alle molle a spirale. I leggeri urti, che, come si è detto, le molle a balestra, causa il loro attrito trasmetterebbero integralmente alla cassa, sono così assorbiti dalle molle a spirale. Con una simile disposizione, agli effetti della regolarità della marcia, non sarebbe più necessaria la lubrificazione delle molle a balestra, lubrificazione che però sarà sempre consigliabile, in quanto non solo aumenta notevolmente la durata della molla stessa, ma ne rende più regolare e meglio determinabile, anche agli effetti del calcolo, il suo comportamento in servizio.

Abbiamo visto quindi, come nella tecnica dei trasporti, il tipo di molla a balestra abbia una funzione importantissima, per cui è giustificato l'orientamento di molti studi al riguardo.

2. — Il moto oscillatorio delle molle e una sua particolare rappresentazione grafica.

Il movimento di una molla, supposta senza attrito interno, soggetta ad un carico P, è notoriamente un moto armonico caratterizzato dall'equazione differenziale:

$$\frac{d^2 \vartheta}{d t^2} + \frac{g}{f} \vartheta = o ,$$

dove: $\vartheta = f_{(t)}$, funzione incognita del tempo, indica l'abbassamento del punto di applicazione del carico P contato a partire dalla posizione statica, cioè dalla posizione che il carico assume quando appoggia sulla molla nello stato di quiete; ϑ sarà quindi positivo o negativo a seconda che P si trovi al di sotto o al di sopra di detta posizione statica; g è l'accelerazione di gravità, e f è la cosidetta « freccia statica della molla » cioè la flessione che assume la molla sotto il carico P allo stato di quiete.

L'equazione differenziale soprascritta è lineare, omogenea, del secondo ordine ed a coefficienti costanti. Il suo integrale generale è del tipo:

$$\vartheta = A \cos \left(\sqrt{\frac{g}{f}}\, t + B \right),$$

dove A e B sono le costanti d'integrazione.

Il periodo del moto, cioè la durata dell'oscillazione doppia d'andata e ritorno è:

$$T = 2 \pi \sqrt{\frac{f}{g}} .$$

Se il sistema molla-peso è connesso ad una ruota che si muove di moto uniforme su un percorso (v. fig. 3) (1) avente delle irregolarità periodiche, per esempio un andamento sinussoidale indefinito, come quello della figura, qualora la velocità del sistema sia tale, che esso impieghi esattamente il tempo T per superare ciascuna delle irregolarità vi sarà « risonanza »,, cioè, le oscillazioni, che le irregolarità del percorso conferiscono alla molla, si sommeranno producendo ovviamente oscillazioni sempre maggiori che possono condurre a scaricare completamente la molla. Note sono le conseguenze di quest'effetto, e « velocità critica » è chiamata la velocità che dà luogo alla risonanza. Tale velocità V, se L è lo sviluppo completo di ognuna delle irregolarità periodiche, e data dalla relazione:

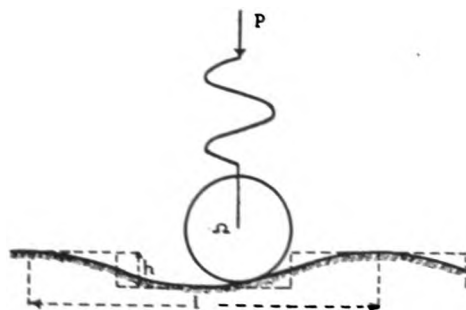



Fig. 3.

$$\frac{L}{V} = T = 2 \pi \sqrt{\frac{f}{g}} ,$$

da cui:

$$V = \frac{L}{2 \pi} \sqrt{\frac{g}{f}} .$$

---

(1) La molla schematicamente rappresentata nella fig. 3 è di tipo qualsiasi e pertanto può essere tanto a spirale che a balestra.

Si può qui osservare che il binario ferroviario al passaggio dei treni assume un andamento, che sebbene sia alquanto diverso dal profilo teorico del percorso di cui alla fig. 3, ha però con esso delle analogie. Infatti anche nella pratica, sospensioni troppo dolci e senza un sufficientemente rapido sforzamento possono dar luogo, per determinate velocità del veicolo, alla risonanza con conseguente pericolo di sviamento dell'asse, che tende ad essere scaricato.

Quest'effetto inoltre non è mai totalmente eliminato. E' noto che per tutti i veicoli ferroviari esiste una certa velocità, variabile da tipo a tipo di veicolo, alla quale la loro marcia diviene più instabile, tale velocità è denominata appunto velocità critica.

Gli effetti dannosi della risonanza risultano scongiurati se le oscillazioni delle molle sono smorzate, cioè, per esempio, se la molla, di cui alla fig. 3, presentasse un attrito tale da smorzare totalmente le oscillazioni impresse da una generica irregolarità prima che il complesso mobile pervenga alla successiva.

L'ing. Giorgio Marié nel suo volume, pubblicato sulla stabilità del materiale ferroviario, tratta, per via grafica, risolvendoli, i vari problemi inerenti alle oscillazioni smorzate.

Fig. 4.

Riteniamo pertanto opportuno addentrarci un poco nell'argomento seguendo il metodo del Marié, da cui forse sarà possibile trarre qualche utile conclusione.

Riprendiamo il sistema della fig. 3 e costruiamo (fig. 4), per la molla in esame, un grafico analogo a quello della fig. 2. Sia la retta $O\,A$ il diagramma di flessione della molla supposta senza attrito e tracciamo la retta MN parallela all'asse delle ascisse ad una distanza pari al carico statico P gravante sopra una delle estremità della molla. Dal punto di incontro B di $M\,N$ con $O\,A$ abbassiamo la verticale $B\,B_0$, il segmento $O\,B_0$ rappresenterà la freccia statica f di incurvamento. Portiamo ora sull'ordinata $B\,B_0$ a partire da B, rispettivamente da una banda e dall'altra della retta $O\,A$, due segmenti uguali $B\,B_1$ e $B\,B_2$ tali che:

$$\frac{B\,B_1}{B\,B_0} = \frac{B\,B_2}{B\,B_0} = \frac{B\,B_1}{P} = \frac{B\,B_2}{P} = k\,,$$

dove k è il coefficiente d'attrito della molla, fornitoci dalla relazione $k = \varphi\,(n - 1)\,\frac{h}{l}$ precedentemente considerata.

Tracciamo quindi le rette $O\,A_1$ e $O\,A_2$ passanti rispettivamente per i punti B_1 e B_2, è ovvio che la retta $O\,A_1$ rappresenterà l'andamento dei valori degli sforzi della molla, in funzione della flessione, compreso l'attrito contato positivamente, quando la molla s'abbassa sotto l'azione del carico: infatti, come vedesi nella figura, per produrre lo stesso abbassamento $O\,B_0$ di prima si rende necessario lo sforzo $B\,B_1 = P\ (1 + k)$ maggiore di P essendo sempre $k > o$. Similmente la retta $O\,A_2$ rappresenterà la

stessa funzione, ma con l'attrito contato negativamente, cioè quando la molla si distende. Anche in questo caso la figura mostra che la molla potrebbe far compiere una escursione f, uguale a quella che compierebbe se non vi fosse attrito, solo ad un carico $B\ B_2 = P\ (1 - k)$ minore di P.

Le linee $O\ A_1$ e $O\ A_2$, denominante rispettivamente curva delle « oscillazioni discendenti » e curva delle « oscillazioni ascendenti », delle quali la $O\ A_1$ corrisponde alla retta $O\ A$ del grafico di cui alla fig. 2, si prestano poi con grande facilità ad essere determinate sperimentalmente ponendo la molla sotto una macchina di prova. Misurando successivamente le freccie corrispondenti a valori crescenti del carico si può determinare per quanti la curva $O\ A_1$ e lasciando la molla distendersi sotto carichi successivamente decrescenti si può in modo analogo tracciare la curva $O\ A_2$.

Fra i vari risultati dedotti dalla determinazione sperimentale di questi diagrammi è stato dimostrato anche praticamente che il coefficiente k è indipendente dal carico gravante sulla molla.

3. — Determinazione grafica dell'ampiezza delle oscillazioni smorzate.

Vediamo ora come la rappresentazione grafica quì ricordata si presti molto bene alla ricerca dei principali elementi caratteristici del moto oscillatorio di una molla a balestra per veicoli.

FIG. 5.

Supponiamo (fig. 5) che sulla molla venga fatto gravare d'un tratto il carico P. La molla si abbasserà fino al punto D, tale che la superficie del rettangolo $O\ M\ D''\ D$ (lavoro del peso) eguagli la superficie del triangolo $O\ D'\ D$ (lavoro resistente della molla con attrito). Dalla figura per uguaglianza di triangoli risulta:

$$O\ D = O\ C_1 + C_1\ D = 2\ O\ C_1 = 2\ f.$$

Se la molla fosse stata senza attrito l'abbassamento totale sarebbe stata evidentemente pari a $2.\ O\ B_0 = 2\,f$, dove f è appunto l'abbassamento ideale della molla qualora non avesse attrito interno. Giunto nel punto D il carico sarà risollevato dalla molla secondo la retta $O\ A_2$ e pertanto risalirà di un tratto $D\ D_1$ pari a 2 volte $D\ C_2$; giunto nel punto D_1, il carico scenderà nuovamente secondo la retta $O\ A_1$ di un tratto $D_1\ D_2$ pari a 2 volte $D_1\ C_1$, per risalire di $D_2\ D_3$ e ridiscendere infine del brevissimo tratto $D_3\ D_4$. Compiuta l'ultima escursione $D_3\ D_4$ la molla non oscilla più, avendo esaurita l'energia posseduta. Dalla figura si può osservare inoltre, che, se il punto D_3 avesse coinciso con C_1, ovvero il segmento $D_2\ D_3$ fosse stato minore di $D_2\ C_1$, l'escursione $D_3\ D_4$

non avrebbe avuto luogo e l'arresto sarebbe avvenuto nella posizione D_3. Dal diagramma è facile passare al tracciamento effettivo dell'andamento delle oscillazioni smorzate, che è stato pure riportato nella figura 5. Come vedesi il termine delle oscillazioni può aver luogo in una posizione qualsiasi compresa nell'intervallo C_1 C_2, che è la differenza costante esistente fra l'ampiezza di una oscillazione e la successiva. Vedremo più avanti l'importanza di questo intervallo, cerchiamo ora attraverso alcune relazioni geometriche, ricavabili anche sulla stessa figura 5, di procedere alla sua determinazione.

Riportiamo in fig. 6 per maggior chiarezza la parte della fig. 5 che ci interessa.

FIG. 6.

Dai triangoli rettangoli $O\ B_1\ B_0$ e $C'_1\ B_1\ B$, simili, si deduce la relazione:

$$(B\ B_0 + B_1\ B) : O\ B_0 = B_1\ B : B\ C'_1 ;$$

ma essendo:

$$B\ B_0 = O\ M = P,$$

$O\ B = f$ (freccia statica di incurvamento nella molla supposta senza attrito) e:

$$B_1\ B = B_2\ B = k\ P,$$

risulta:

$$B\ C_1' = \frac{f\ .\ k\ P}{P + k\ P} = \frac{k\ f}{1 + k} .$$

Similmente dai triangoli rettangoli simili $O\ B_2\ B_0$ e $B\ B_2\ C'_2$ si ricava:

$$(B\ B_0 - B\ B_2) : O\ B_0 = B\ B_2 : B\ C'_2$$

da cui:

$$B\ C_2' = \frac{k\ f}{1 - k} .$$

Il segmento:

$$C_1\ C_2 = C_1'\ C_2' = B\ C_1' + B\ C_2' ,$$

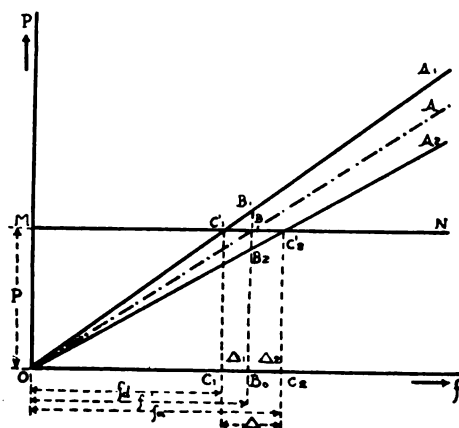
sarà pertanto:

$$C_1\ C_2 = \frac{2\ k\ f}{1 - k^2} ,$$

come vedesi lievemente superiore al valore $2\ k\ f$, però, data la piccolezza di k^2, si commette un errore trascurabile, ammettendo che la differenza costante $\triangle$, fra una generica oscillazione discendente e l'ascendente successiva o viceversa, sia:

$$\triangle = 2\ k\ f.$$

In particolare dalla figura risulta pure, che le ampiezze delle oscillazioni discendenti differiscono dall'ampiezza delle oscillazioni della molla supposta senza attrito della quantità:

$$\triangle_1 = \frac{k\ f}{1 + k}$$

e le ampiezze delle oscillazioni ascendenti della quantità:

$$\triangle_2 = \frac{k\,f}{1 - k}.$$

come vedesi lievemente superiore al valore $2\,k\,g$, però, data la piccolezza di k^2, si commette un errore trascurabile, ammettendo che la differenza costante $\triangle$, fra una generica oscillazione discendente e l'ascendente successiva o viceversa, sia:

Fig. 7.

$$\triangle_1 = \triangle_2 = k\,f$$

Dalle relazioni sopra trovate emergono alcune importanti conclusioni:

Sia, per esempio $O\,R$ (fig. 7) l'abbassamento del carico di cui alla fig. 3, rispetto alla posizione iniziale della molla scarica nel punto culminante del suo movimento, e quivi abbia inizio l'oscillazione discendente; il carico cadrà abbassando la molla fino in R_1, ma come mostra chiaramente la figura l'oscillazione si arresterà in R_1, e la molla causa il suo attrito interno non risollevera più il carico.

Perchè sussista una, sia pur minima, oscillazione ascendente, il punto R dovrebbe trovarsi rispetto a C_1 ad una distanza $R\,C_1 > C_1\,C_2$ e quindi la posizione iniziale $O\,R$ del carico dovrebbe differire dalla freccia statica f della molla senza attrito almeno di una lunghezza:

$$R\,B_0 \geq C_1\,C_2 + C_1\,C_0 = \frac{2\,k\,f}{1 - k^2} + \frac{k\,f}{1 + k},$$

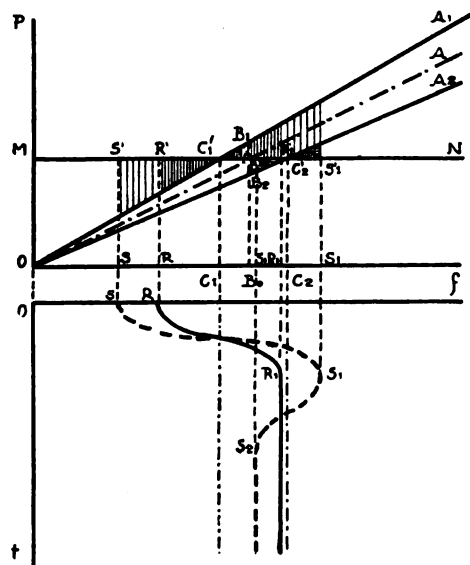
uguale a circa $3\,k\,f$ per le semplificazioni ammesse.

Se quindi l'abbassamento del carico fosse (v. ancora fig. 7) $O\,S$, tale che $S\,B_0$ fosse maggiore di $3\,k\,f$, sussisterebbe ancora la brevissima oscillazione ascendente $S_1\,S_2$.

Il caso sopra considerato si verifica quando gli scostamenti del carico della posizione d'equilibrio ideale (freccia statica della molla senza attrito) sono molto piccoli, ovvero è molto grande il coefficiente d'attrito k.

4. — Condizioni di convergenza o divergenza delle oscillazioni.

Supponiamo ora che il sistema ruota-molla-carico percorra una traiettoria avente un profilo del tipo della fig. 8, con una serie indefinita di salti verticali, disposti a distanza costante.

Questo caso può avere una certa analogia col percorso reale delle ruote dei veicoli ferroviari sulle rotaie, lungo le quali incontrano i piccoli salti dovuti alle giunzioni.

Sia rappresentato in fig. 9 il grafico per la determinazione dell'ampiezza delle oscillazioni prodotte dal percorso di cui alla fig. 8 sul sistema oscillante in esame. Portiamo sulle ascisse in $O\ H$ una lunghezza h pari al primo salto della fig. 8, da H conduciamo la parallela $H\ L$ alla $O\ A_1$, sarà questo il diagramma delle oscillazioni discendenti dopo l'abbassamento h (1) Il punto H_1 d'incontro fra questa retta e la $M\ N$, sia interno al segmento $C'_1\ C'_2$, l'oscillazione discendente, qualora il sistema oscillante si trovi in quiete, sarà $C'_1\ D$ pari a due volte il tratto $C'_1\ H_1$, compiuta l'escursione

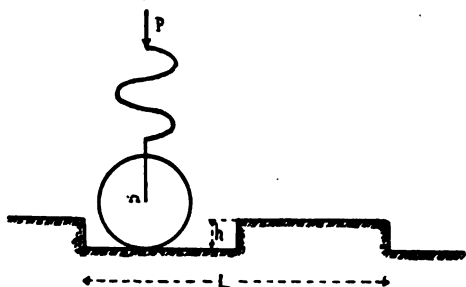



Fig. 8.

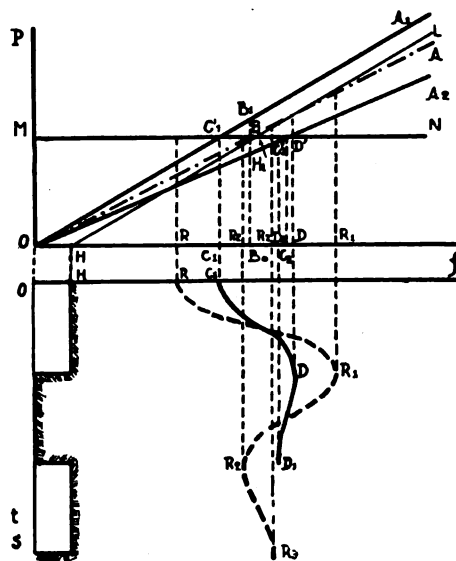



Fig. 9.

$C'_1\ D$ la molla risalirà dell'oscillazione ascendente $D\ D_1$ pari a due volte il tratto $D\ C'_2$ e quivi si fermerà, avendo esaurito l'energia conferitagli dall'urto provocato dall'abbassamento $O\ H$.

Se, supponiamo, per metterci nelle condizioni peggiori, una velocità della ruota, tale che gli abbassamenti abbiano luogo all'inizio della oscillazione discendente e i successivi sovralzi coincidano con l'inizio della successiva oscillazione ascendente (cioè supponiamo che il moto del sistema abbia una velocità pari alla velocità critica, il che equivale a dire che ci si trovi nelle condizioni di risonanza), nel caso ora considerato il successivo abbassamento troverebbe per effetto dell'attrito il sistema oscillante già in quiete. Ne segue che il sistema a causa della successione dei salti subirà delle oscillazioni che dipenderanno soltanto dalla posizione nella quale si troverà il carico P gravante la molla al termine dell'oscillazione precedente (2). Se il sistema molla-peso,

---

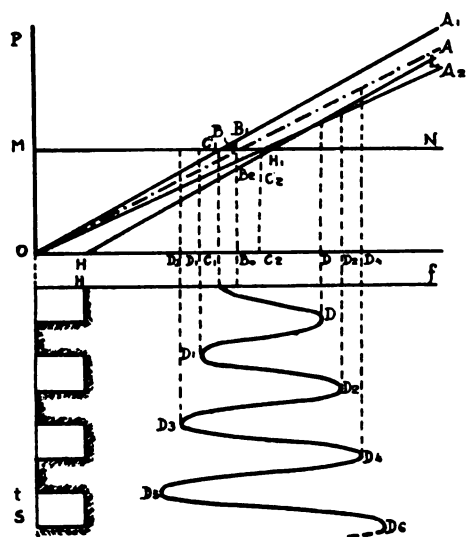
(1) Ciò è ovvio in quanto agli effetti della rappresentazione grafica, è come se l'origine O si fosse spostata in H; infatti supponendo la molla scarica, dopo l'abbassamento h, il punto d'applicazione del carico non sarebbe più O ma H.

(2) Quanto sopra si spiega osservando la parte inferiore del diagramma delle oscillazioni della figura 9. Seguiamo la linea a tratto intero $C_1\ D\ D_1$. Giunto nella posizione D_1 il carico P dovrebbe abbassarsi nuovamente per effetto del salto $O\ H$, ma trovandosi D_1 al di sotto del punto H_1 dove la $H\ L$ incontra la $M\ N$, è ovvio che questo ulteriore abbassamento non potrà aver luogo. Il sistema quindi, resterà in quiete fino al successivo sovralzo. Quivi l'effetto del sovralzo sarà, come se la retta $O\ A_2$ dell'oscillazione ascendente si spostasse in alto parallelamente a sè stessa di un tratto eguale allo spostamento subito in precedenza dalla retta $O\ A_1$ per l'abbassamento $O\ H$. Il carico allora sarà sospinto verso l'alto e compirà alcune oscillazioni in modo analogo alla $C_1\ D\ D_1$, per fermarsi nuovamente in un altra posizione, beninteso sempre interna al segmento $C_1\ C_2$, ed in seguito compiere allo stesso modo altre brevi oscillazioni, che saranno prodotte rispettivamente o da un abbassamento o da un sovralzo a seconda che la posizione del carico P alla fine della precedente oscillazione si troverà presso a poco al di sopra o al di sotto del punto H_1

in luogo di trovarsi in quiete, si trovasse, prima di iniziare il percorso di cui alla figura 8, già in movimento oscillatorio e la posizione iniziale del carico fosse $O\ R$, l'effetto dei salti non contribuirebbe che a prolungare lo smorzamento delle oscillazioni. La condizione presa in esame nella fig. 9 è detta « condizione di convergenza delle oscillazioni » la quale ha luogo sempre quando il salto $O\ H = h < C'_1\ C'_2 = 2\ k\ f$, al limite per $h = 2\ k\ f$, il sistema continuerebbe ad oscillare con oscillazioni di ampiezza costante.

Fig. 10.

Si verifichi invece il caso di cui alla figura 10 nel quale sussiste la condizione $h > 2\,k\,f$ cioè $O\ H < C'_1\ C'_2$.

Come si vede chiaramente dalla figura il sistema molla-carico oscillerà con oscillazioni di ampiezza sempre crescente, fino a che tale ampiezza diverrà maggiore della freccia statica f; dopo di che il peso P tenderà a sollevare la ruota dal piano d'appoggio. Questo caso risponde allo sviamento di un asse di un veicolo, dovuto allo scaricarsi delle molle della sospensione. La condizione $h > 2\,k\,f$ dicesi appunto « condizione di divergenza delle oscillazioni » ed è, per il motivo ora esposto, da evitare in pratica nel modo più assoluto.

In realtà la condizione limite sarebbe:

$$h = \frac{2\,k\,f}{1 - k^2}\ ;$$

ma essendo, a prescindere dalla piccolezza dell'errore che si commette:

$$2\,k\,f < \frac{2\,k\,f}{1 - k^2}\ ,$$

ponendo la condizione limite:

$$h = 2\ k\ f,$$

si è a vantaggio della stabilità, cioè della condizione di convergenza.

Altre deduzioni potrebbero essere tratte dai casi ora citati ma le tralasciamo per non dilungarsi troppo, ricordiamo solo che un percorso uguale a quello della fig. 8 in pratica non si realizzerà mai, perchè i dislivelli non saranno così regolari e quindi non si verificheranno le condizioni di completa risonanza. Ne segue che dovrebbe sussistere sufficiente sicurezza, anche per h alquanto superiore a $2\ k\ f$. Il Marié nell'opera citata avrebbe concluso, che per un sistema ruota-molla-peso, come quello da noi preso in esame, percorrente una traiettoria con dislivelli aventi un profilo qualsiasi, la condizione di convergenza diverrebbe $h \leq 3\ k\ f$, e per un profilo avente le accidentalità della pratica reale, detta condizione sarebbe:

$$k \leq 4\ k\ f.$$

Allo scopo però di avere sempre un sufficiente margine di sicurezza, non sarebbe opportuno superare il limite teorico $h = 2\,k\,f$.

5. — Il periodo di oscillazione delle molle con attrito.

Ora che abbiamo preso in esame il metodo per la determinazione dell'ampiezza delle oscillazioni delle molle a balestra per veicoli, cerchiamo di determinarne il periodo.

Riprendiamo la fig. 6. Dalle relazioni geometriche ricavate in base a detta figura risulta che, posto $O\,B_0 = f$ (valore della freccia statica di incurvamento della molla supposta senza attrito), le lunghezze dei segmenti $O\,C_1$ e $O\,C_2$ sono definite rispettivamente dalle relazioni:

$$O\,C_1 = f - \frac{k\,f}{1 + k} = \frac{f}{1 + k}\ ,$$

$$O\,C_2 = f + \frac{k\,f}{1 - k} = \frac{f}{1 - k}\ .$$

È noto che è $f = c\,P$, dove c è l'abbassamento della molla sotto il carico unitario (flessibilità) e P è il carico gravante sulla molla. Sostituendo alle formole esprimenti $O\,C_1$ e $O\,C_2$ questo valore di f risulta:

$$O\,C_1 = \frac{c}{1 + k}\ P = c_1 P\ ,$$

$$O\,C_2 = \frac{c}{1 - k}\ P = c_2 P\ ,$$

dove:

$$c_1 = \frac{c}{1 + k} \qquad \text{e} \qquad c_2 = \frac{c}{1 - k}\ .$$

Da questa relazione possiamo dedurre che:

$$O\,C_1 = f_d\ ,$$

freccia massima dell'oscillazione discendente, si può interpretare come la freccia statica di una molla senza attrito avente la flessibilità:

$$c_1 = \frac{c}{1 + k}\ ,$$

cioè una flessibilità minore di quella molla in esame; similmente $O\,C_2 = f_a$, freccia massima teorica dell'oscillazione ascendente, si può interpretare come la freccia statica dovuta al carico P di una molla senza attrito avente una flessibilità:

$$c_2 = \frac{c}{1 - k}\ ,$$

maggiore di quella della molla in esame.

Abbiamo già detto che il movimento di una molla è un moto oscillatorio nel quale la durata di una oscillazione completa T è data dalla relazione:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{f}{g}}$$

col noto significato dei simboli. Se la molla fosse senza attrito i semiperiodi dell'oscillazione discendente T e ascendente T sarebbero evidentemente uguali e di valore pari a $\frac{T}{2}$.

Nel caso in esame tali semiperiodi avranno invece durate praticamente diverse, per l'apparente diversa flessibilità che presenta la molla durante la fase di compressione rispetto alla fase di distensione; per una loro esatta determinazione si dovrà porre nell'espressione di T_d e T_a in luogo di f rispettivamente i valori di f_d e f_a precedentemente calcolati. Sarà pertanto per una molla a balestra avente un coefficiente d'attrito interno k:

$$T_d' = \pi \sqrt{\frac{f}{(1+k)g}} = \frac{T'}{2} \sqrt{\frac{1}{1+k}} < \frac{T'}{2},$$

$$T_a' = \pi \sqrt{\frac{f}{(1-k)g}} = \frac{T'}{2} \sqrt{\frac{1}{1-k}} > \frac{T'}{2}.$$

Dato il relativamente limitato valore di k rispetto all'unità, non sarebbe grave ammettere:

$$\sqrt{\frac{1}{1+k}} = \sqrt{\frac{1}{1-h}} = 1$$

e quindi porre $T_d' = T_a'$; infatti essendo al massimo $k = 0,15$, gli errori commessi saranno rispettivamente minori di $+ 7\%$ per l'oscillazione discendente e di $- 9\%$ per l'oscillazione ascendente.

Il periodo totale $T' = T_d' + T_a'$ avrà il valore:

$$T' = \frac{T}{2} \left(\sqrt{\frac{1}{1+k}} + \sqrt{\frac{1}{1-k}} \right).$$

L'espressione:

$$\sqrt{\frac{1}{1+k}} + \sqrt{\frac{1}{1-k}},$$

sarà sempre sia pure di pochissimo, superiore a 2 (1).

---

(1) **Infatti poniamo la disuguaglianza:**

$$2 = \frac{1}{\sqrt{1+k}} + \frac{1}{\sqrt{1-k}},$$

che elevata al quadrato diviene:

$$4 = \frac{2}{1-k^2} + \frac{2}{\sqrt{1-k^2}},$$

cioè

$$2 = \frac{1}{1-k^2} + \frac{1}{\sqrt{1-k^2}},$$

dalla quale disuguaglianza risulta evidentemente che il secondo termine è sempre maggiore del primo.

Ne segue che il periodo reale delle oscillazioni smorzate di una molla con attrito avrà una durata lievemente superiore a quella del periodo delle oscillazioni della stessa molla supposta senza attrito. La differenza è però lievissima, al massimo (per $k = 0,15$) sarà del 2,5% in più, per cui si può praticamente ammettere, nel caso di molle con attrito, una durata dell'oscillazione uguale a quella di molle senza attrito, aventi pari flessibilità.

6. — Considerazioni analitiche sulle oscillazioni smorzate nelle sospensioni con attrito.

Abbiamo visto nelle determinazioni degli elementi relativi al moto oscillatorio di una molla, che, se questa fosse senza attrito, tale movimento sarebbe un moto armonico, di cui l'equazione differenziale caratteristica sarebbe:

$$\frac{d^2 \vartheta}{d t^2} + \frac{g}{f} \vartheta = o \,, \qquad [1]$$

dove i simboli hanno il significato moto.

Vediamo se è possibile stabilire l'equazione differenziale caratteristica del moto di una molla a balestra avente un attrito interno di coefficiente k.

Da quanto è stato trattato sin qui è ovvio che detto moto è costituito da una serie più o meno prolungata di oscillazioni, che però differiscono dalle oscillazioni smorzate dovute a resistenza viscosa caratterizzate dall'equazione differenziale:

$$\frac{d^2 \vartheta}{dt^2} + 2\varepsilon \frac{d \vartheta}{dt} + \frac{g}{f} \vartheta = o \,; \qquad [2]$$

dove ε, termine costante chiamato « coefficiente di smorzamento », è posto a coefficiente della derivata prima, per esprimere che la resistenza al moto è proporzionale alla velocità del corpo in movimento (1).

Infatti anzitutto la resistenza d'attrito interno d'una molla a balestra è indipendente dalla velocità d'oscillazione, lo dimostra il fatto che la differenza fra l'ampiezza delle varie oscillazioni è costante, inoltre l'espressione, che dà il coefficiente k in funzione delle caratteristiche costruttive della molla, mostra che tale coefficiente è indipendente dalla velocità del carico oscillante.

Però l'equazione differenziale [2] con sufficiente approssimazione può rappresentare, come vedremo, anche le oscillazioni smorzate delle molle a balestra, qualora ne sia relativamente piccolo l'attrito interno, poichè in caso diverso questa rappresentazione analitica non è più applicabile.

Dall'integrale generale dell'equazione [2] che è dato dall'espressione:

$$\vartheta = A^{-\varepsilon t} \operatorname{sen} \left(\sqrt{g/f - \varepsilon^2} + B\right) \,, \qquad [3]$$

dove A e B sono le costanti reali arbitrarie d'integrazione, si può dedurre che le oscillazioni smorzate definite dell'equazione [2], hanno un periodo:

$$T = 2\pi \frac{1}{\sqrt{g/f - \varepsilon^2}}$$

(1) Vedi U. Cisotti: *Lezione di meccanica razionale*. Libreria Editrice Politecnica, Milano, 1926, paragrafo 203.

ed un'ampiezza:

$$f_n = A e^{-\varepsilon t} ,$$

che va smorzandosi col tempo. Tale ampiezza f_n tende a O al tendere di t all'infinito.

Nel caso della molla a balestra invece, come si è visto, dopo un certo numero di oscillazioni il moto ha termine e l'ultima oscillazione ha un valore finito, che può raggiungere il valore massimo (v. fig. 5) di $2\,k\,f$, che risulterebbe alquanto elevato per forti valori di k, ma che, per sospensioni di veicoli, essendo $k < 0{,}15$, sarà sempre inferiore a $o,\ 3\,f$.

Vediamo ora di determinare il valore di ε, coefficiente di smorzamento, da introdurre all'equazione differenziale omogenea di secondo ordine a coefficienti costanti caratteristica delle oscillazioni smorzate [2], perchè rappresenti, con l'approssimazione ammessa, le oscillazioni di una molla avente un coefficiente d'attrito interno k.

Il periodo di oscillazione dedotto dall'integrale generale della [2] espresso nella relazione [3] è, come abbiamo detto:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{g/f - \varepsilon^2}} .$$

Nel paragrafo 5 abbiamo calcolato deducendolo dalla fig. 6 il periodo delle oscillazioni smorzate di una molla a balestra, periodo che risulta definito dalla relazione:

$$T = \pi \sqrt{\frac{f}{g}} \sqrt{\frac{1}{1+k}} + \pi \sqrt{\frac{f}{g}} \sqrt{\frac{1}{1-k}} = \frac{\pi}{\sqrt{g/f\,(1+k)}} + \frac{\pi}{\sqrt{g/f\,(1-k)}} .$$

Uguagliando queste due espressioni di T è possibile ricavare il valore di ε^2 in funzione di k. Poniamo pertanto:

$$\frac{2\pi}{\sqrt{g/f - \varepsilon^2}} = \frac{\pi}{\sqrt{g/f\,(1+k)}} + \frac{\pi}{\sqrt{g/f\,(1-k)}} .$$

Dividendo ambo i membri per π, elevando al quadrato tutta l'espressione e riducendo il secondo membro ad un'unica frazione risulta:

$$\frac{4}{g/f - \varepsilon^2} = \frac{f}{g} \cdot \frac{2 + 2\sqrt{1-k^2}}{1-k^2} ,$$

da cui, omettendo gli sviluppi analitici, segue:

$$\varepsilon^2 - \frac{g}{f} \left(1 - 2\,\frac{1-k^2}{1-\sqrt{1-k^2}}\right) .$$

Sviluppando in serie $\sqrt{1-k^2}$ e arrestandoci al termine di secondo grado, è:

$$\sqrt{1-k^2} = 1 - {}^1/_2\, k^2 .$$

L'espressione di ε^2 pertanto diverrà:

$$\varepsilon^2 = \frac{f}{g} \left(1 - 2\,\frac{1-k^2}{1-{}^1/_4\, k^2}\right) .$$

Sviluppando ora in serie la frazione $\frac{1}{1 - \frac{1}{4} k^2}$ e arrestandoci anche qui al termine di secondo grado, è:

$$\frac{1}{1 - \frac{1}{4} k^2} = 1 + \frac{1}{4} k^2 .$$

Ne segue che l'espressione di ε^2 diverrà in definitiva:

$$\varepsilon^2 = g/f \; \{ \; 1 - (1 - k^2) \; (1 + \frac{1}{4} k^2) \; \} \; .$$

Sviluppando il prodotto e trascurando i termini di grado superiore al secondo si ha:

$$\varepsilon^2 = \frac{g}{f} \cdot \frac{3}{4} k^2 ,$$

e quindi:

$$\varepsilon = k \sqrt{\frac{3 g}{4 f}} .$$

Dall'espressione di ε si può rilevare come il suo valore sia evidentemente omogeneo con l'inverso di un tempo, direttamente proporzionale a k e quindi relativamente piccolo.

Ne segue pertanto che quantunque non esattamente, il moto oscillatorio di una molla a balestra e in generale di un qualsiasi sistema oscillante avente attrito interno e soggetto ad un carico, può essere definito dall'equazione differenziale:

$$\frac{d^2 \vartheta}{dt^2} + 2 k \sqrt{\frac{3 g}{4 f}} \cdot \frac{d\vartheta}{dt} + \frac{g}{f} \vartheta = o , \qquad [4]$$

dove, come si è detto, k è il coefficiente d'attrito interno e f è l'abbassamento massimo della molla o del sistema di molle, che si otterrebbe sotto il carico dato, supponendo il sistema senza attrito.

L'integrale generale risulterà pertanto:

$$\vartheta = A e^{-k \sqrt{\frac{3 g}{4 f}} t} \operatorname{sen} \left(\sqrt{\frac{g}{f} (1 - \frac{3}{4} k^2)} \cdot t + B \right) ,$$

dove A e B sono le costanti reali arbitrarie di integrazione.

Il periodo di oscillazione sarà quindi:

$$T = \frac{2 \pi}{\sqrt{g/f \; (1 - \frac{3}{4} k)}} = \pi \sqrt{\frac{f}{g}} \cdot \frac{2}{\sqrt{1 - \frac{3}{4} k}} .$$

7. — Il coefficiente di smorzamento nell'equazione generale del moto di trepidazione.

Se il sistema oscillante, schematicamente rappresentato nella fig. 11, percorre con velocità v una traiettoria tale che in un piano verticale z, y essa risulti definita dall'equazione $z = f_{(y)}$, qualora le molle della sospensione elastica non avessero attrito interno, e la posizione G del baricentro della parte sospesa fosse data in ogni istante

dalla sua distanza u dalla posizione G_1, che tale baricentro assume quando il sistema è in quiete; l'equazione differenziale (1) caratterizzante il moto di trepidazione di G, sarà, come è noto:

Fig. 11.

$$\frac{d^2 z}{dt^2} + \frac{d^2 u}{dt^2} + \frac{g}{f} u = o . \qquad [5]$$

In questa equazione posto:

$$y = v t ,$$

(l'espressione di v dovrebbe essere $v = \frac{ds}{dt}$ ma essendo praticamente la traiettoria — trattasi di tracciato ferroviario o stradale — poco inclinata rispetto all'asse delle y, si può ammettere $v = \frac{dy}{dt}$ e quindi $dy = t$, da cui $y = v\,t$) risulta:

$$\frac{dz}{dt} = v \frac{dz}{dy} \; ; \; \frac{du}{dt} = v \frac{du}{dy} \; ; \; \frac{d^2 z}{dt^2} = v^2 \frac{d^2 z}{dy^2} \; ; \; \frac{du^2}{dt^2} = v^2 \frac{d^2 u}{dy^2} \; .$$

Pertanto l'equazione [5] si trasforma, sostituendo questi valori e dividendo ambo i membri per v^2, nella seguente espressione:

$$\frac{d^2 z}{dy^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{g}{f v^2} \, . \, u = o \qquad [6$$

che caratterizza il moto di trepidazione di G nel piano verticale z, y. In essa: f è l'abbassamento $G_0\,G_1$ della molla sotto al carico P, essendo G_0 la posizione del baricentro della parte sospesa, supposta completamente scarica la sospensione.

Come vedesi rispetto al piano z, y la posizione istantanea di G sarebbe dovuta alla composizione di due moti, uno definito dal termine $\frac{d^2 z}{dy^2}$, che dà la posizione istantanea del punto di appoggio M della ruota sulla traiettoria $z = f_{(y)}$ ed un secondo caratterizzato dai termini:

$$\frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{g}{f v^2} u \, ,$$

che definiscono la posizione di G rispetto al punto G_1 che dista da M di una distanza fissa $r - h$, dove r è il raggio della ruota e h è la distanza di O_1 dal centro Ω della medesima.

Se il sistema oscillante è composto di molle con attrito interno, gli ultimi termini soprascritti non sono più sufficienti a definire esattamente la posizione di O rispetto a G_1, infatti si rende necessario introdurre anche un termine che tenga conto del suddetto attrito. Questo secondo moto, che, senza attrito, sarebbe armonico, diverrà

(1) Vedi F. Corini: *Costruzione ed Esercizio delle Ferrovie*, vol. I, « Meccanica della locomozione ». U. T. E. T., Torino, 1929, Cap. IV, paragrafo 3.

quindi un moto oscillatorio, con oscillazioni smorzate e, se k è il coefficiente d'attrito della sospensione, il termine che tien conto di questa resistenza, assimilabile, ammettendo sempre le approssimazioni fatte in precedenza, ad una resistenza viscosa, sarà dato, per quanto si è detto al paragrafo 6, dall'espressione:

$$2\,k\sqrt{\frac{3\,g}{4\,f}}\;\frac{du}{dt}\;.$$

Ne segue che l'equazione differenziale [5] diverrà:

$$\frac{d^2 z}{dt^2}+\frac{d^2 u}{dt^2}+2\,k\sqrt{\frac{3\,g}{4\,f}}\;\frac{du}{dt}+\frac{g}{f}\;u=o \qquad [5']$$

e l'equazione (6) si trasformerà nella seguente:

$$\frac{d^2 z}{dy^2}+\frac{d^2 u}{dy^2}+\frac{2\,k}{v}\sqrt{\frac{3\,g}{4\,f}}\;\frac{du}{dt}+\frac{g}{fv^2}\;u=o\;. \qquad [6']$$

Quest'ultima equazione dovrebbe definire con sufficiente esattezza il moto di trepidazione come avviene nella realtà.

Applicando l'equazione [6'] ai diversi casi pratici; con procedimenti di calcolo analoghi a quelli svolti per il moto senza attrito nelle molle, si possono risolvere tutti i vari problemi inerenti alle trepidazioni indotte nel materiale mobile, per esempio da un cambiamento di livelletta senza raccordo o con raccordi di vario genere, ovvero dalla deformazione delle rotaie al passaggio dei treni, ecc.

8. — **Applicazione delle formole ora trovate ad un cambio di livelletta senza raccordo.** (1)

Applichiamo la [6'] allo studio del moto di trepidazione che ha luogo quando un veicolo incontra un cambiamento di livelletta e ammettiamo che fra le due livellette successive non esista alcun raccordo.

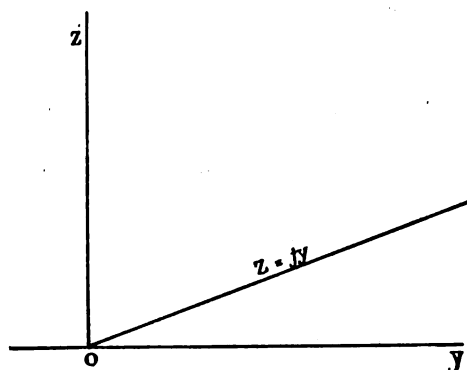



Fig. 12.

Sia (fig. 12) j la pendenza della seconda livelletta rispetto alla prima, che ammetteremo orizzontale e assumeremo come asse delle y. Se supponiamo che l'origine degli assi sia nel punto O, dove avviene il cambiamento di livelletta, il profilo della linea risulta definito dall'equazione:

$$z=j\,.\,y\,,$$

per cui:

$$\frac{d^2 z}{dy^2}=o\;.$$

L'equazione [6'] di cui al precedente paragrafo diverrà quindi:

$$\frac{d^2 u}{dy^2}+\frac{2\,k}{v}\sqrt{\frac{3\,g}{k\,f}}\;\frac{du}{dy}+\frac{g}{fv^2}=o\;. \qquad [6'']$$

(1) Vedi Corini: op. citata, Cap. IV, paragrafo 3, 2°.

L'equazione caratteristica della [6″] è del tipo:

$$m^2 + a\,m + b = o,$$

dove:

$$a = \frac{2\,k}{v}\sqrt{\frac{3\,g}{4f}} \qquad \text{e} \qquad b = \frac{g}{fv^2}\,.$$

Le soluzioni di questa equazione sono:

$$\left.\begin{matrix} m_1 \\ m_2 \end{matrix}\right\} = -\frac{a}{2} \pm \sqrt{\frac{a^2}{4} - b}\,,$$

dove:

$$\frac{a^2}{4} - b = \frac{g}{4\,fv^2}\,(3\,k^2 - 4)\,.$$

Ora essendo k sempre minore dell'unità (in particolare come si è detto può ritenersi compreso fra 0,05 e 0,15), l'espressione:

$$\frac{g}{4\,fv^2}\,(3\,k^2 - 4)\,,$$

sarà sempre minore di zero e quindi le soluzioni dell'equazione caratteristica della [6″] saranno complesse coniugate, cioè:

$$\left.\begin{matrix} m_1 \\ m_2 \end{matrix}\right\} = -\frac{k}{v}\sqrt{\frac{3\,g}{4\,f}} \pm i\sqrt{\frac{g}{4\,fv^2}\,(4 - 3\,k^2)}\,,$$

dove $i = \sqrt{-1}$.

Pertanto l'integrale generale della equazione [6″] sarà:

$$u = Ae^{-\frac{k}{v}\sqrt{\frac{3\,g}{4\,f}}\,y} \cdot \cos\sqrt{\frac{g}{4\,fv^2}\,(4 - 3\,k^2)}\;y \; +$$

$$+ \; Be^{-\frac{k}{v}\sqrt{\frac{3\,g}{4\,f}}\,y} \cdot \operatorname{sen}\sqrt{\frac{1}{4\,fv^2}\,(4 - 3\,k^2)}\;y\,, \qquad [7]$$

dove A e B sono le costanti arbitrarie d'integrazione determinabili, in base alle condizioni iniziali.

Infatti per:

$$y = o \quad \text{è} \quad u = o;$$

inoltre dalla fig. 11 l'ordinata z' del baricentro G del sistema oscillante è data dalla relazione:

$$z' = z + r + h + u = j\,y + r + h + u,$$

dove i simboli hanno significato noto.

Ne segue, che essendo per:

$$y = o \qquad \text{anche} \qquad \frac{dz'}{dy} = o\,,$$

sarà, in base alla soprascritta espressione di z':

$$\frac{dz'}{dy} = \frac{dz}{dy} + \frac{du}{dy} = j + \frac{du}{dy} = o ,$$

da cui:

$$\frac{du}{dy} = - j .$$

Poste queste condizioni dalla [7] risulta:

$$A = o , \quad B = - j v \sqrt{\frac{f}{g (1 - {}^3/_4 k^2)}}$$

e pertanto l'integrale generale dell'equazione [6''], nel caso in esame sarà:

$$u = - j v \sqrt{\frac{f}{g (1 - {}^3/_4 k^2)}} \cdot e^{- \frac{k}{v} \sqrt{\frac{3 g}{4 f}} y} \operatorname{sen} \sqrt{\frac{g}{4 f v^2} (4 - 3 k^2)} \; y . \qquad [7']$$

Questa equazione rappresenta un moto oscillatorio con oscillazioni smorzate, aventi un'ampiezza definita all'espressione:

$$f_n = j . r . \sqrt{\frac{f}{g (1 - {}^3/_4 k^2)}} \; e^{- \frac{k}{v} \sqrt{\frac{3 g}{4 f}} y} . \qquad [8]$$

E' ovvio che i valori delle massime ampiezze decrescenti, si ottengono ponendo nella [8] valori di y tale da rendere nella [7']:

$$\operatorname{sen} \sqrt{\frac{g}{4 f v^2} (4 - 3 k^2)} \; y = 1 .$$

La [8] è una funzione esponenziale di y ed è decrescente coll'aumentare del suo valore.

Poichè l'inclinazione della seconda livelletta rispetto alla prima, in tutti i casi della pratica, è al massimo dell'ordine di qualche centesimo, ne segue, che non si commette errore apprezzabile identificando i valori di y cogli spazi percorsi.

Dall'espressione di f_n risulta quindi, che quanto maggiore è la velocità del veicolo tanto più elevata sarà l'ampiezza delle oscillazioni indotte e tanto minore a parità di spazio percorso sarà invece lo smorzamento dovuto all'attrito interno delle molle della sospensione.

In base a quanto si è detto al paragrafo 3, quando l'escursione completa $2 f$ della molla o del sistema di molle scende ad un valore:

$$2 f_n \leq 2 k f ,$$

il moto ha termine e il sistema oscillante si arresta in una posizione situata entro un intervallo di ampiezza $2 k f$ e pressochè simmetrico rispetto alla posizione statica del sistema oscillante supposto senza attrito.

Quale sarà quindi lo spazio, che il veicolo dovrà percorrere, prima che si esaurisca il moto di trepidazione indotto da un cambiamento di livelletta come quello del caso in esame?

Tale spazio è dato dall'equazione esponenziale:

$$k f = j v \sqrt{\frac{f}{g(1 - {}^3/_4 k^2)}} \quad e^{-\frac{k}{v}\sqrt{\frac{3g}{4f}}\,y},$$

dalla quale risulta:

$$y = \frac{\log \dfrac{k f \sqrt{g(1 - {}^3/_4 k^2)}}{j \,.\, v \,.\, \sqrt{f}}}{-\dfrac{k}{v}\sqrt{\dfrac{3g}{4f}}} \,. \qquad [9]$$

Supponiamo di applicare le formole sopra scritte ad una vettura a carrelli la cui sospensione abbia una flessibilità di 12 mm. per tonn. e sia gravata da un carico di 20 tonn. La velocità della vettura sia di 108 km-ora (30 m.-sec.) e il coefficiente di attrito delle molle della sospensione sia molto basso, cioè $k = 0{,}05$.

Detta vettura incontri un brusco cambiamento di livelletta (senza raccordo) del 10 per mille. L'ampiezza massima teorica delle oscillazioni, è data dall'equazione [8], ponendo $y = o$ sarà:

$$f_{max} = \sim j \,.\, v \,.\, \sqrt{\frac{f}{g}} = m\ 0{,}047\ ,$$

come vedesi circa 1/5 della freccia statica; ciò vuol dire che, nell'incontrare il cambiamento di livelletta in esame, le molle della sospensione della vettura subiscono un moto di trepidazione tale da venir alleggerite fino ad un 20% del loro carico.

Per cambi di livelletta più accentuati o per velocità superiori, tali trepidazioni potrebbero risultare pericolose. Il valore massimo dell'ampiezza delle oscillazioni si smorzerà però rapidamente. Lo spazio percorso dal veicolo prima dell'estinzione completa del moto è dato dalla [9], in base alla quale risulta y = m. 147, cioè, essendo v = 30 m.-sec. le trepidazioni indotte avranno termine dopo circa 5 secondi.

Consideriamo ora invece un veicolo con molle aventi una flessibilità di 8 mm. per tonn. e un coefficiente d'attrito $k = 0.072$ (1); su detta sospensione gravi un carico di 6 tonn. per cui risulta:

$$f = 6 \times 8 = 48 \text{ mm.} = \text{m. } 0.048.$$

Se il veicolo incontrasse il cambiamento di livelletta, di cui al precedente esempio, alla velocità di 20 m/sec. (72 km.-ora) il moto di trepidazione indotto, applicando le relazioni [8] e [9] avrebbe un'ampiezza massima di oscillazione:

$$f_{max} = 0{,}014 \text{ metri}$$

e si protrarrebbe per uno spazio:

$$y = \text{m. } 31{,}5,$$

cioè si smorzerebbe in 1 e 1/2 secondi circa.

---

(1) Dalla formola $k = \varphi(n - l)\,h/l$, vedi § 1, per una molla a balestra di 13 foglie, avente $\varphi = 0{,}25$, $h = 12$ mm. e $l = 0{,}50$ m., risulta:

$$k = 0{,}25 \times 12 \times \frac{12}{500} = 0{,}072.$$

9. — Cambio di livelletta con raccordo razionale.

Sia:

$$z = \frac{y^2}{2\rho}, \qquad [10]$$

l'equazione che definisce l'arco di parabola adottato come curva di raccordo (v. fig. 13) fra due successive livellette, delle quali una venga assunta come asse delle ascisse. In questa equazione ρ rappresenta il raggio di curvatura dell'arco di parabola al suo inizio, che abbiamo assunto come origine degli assi.

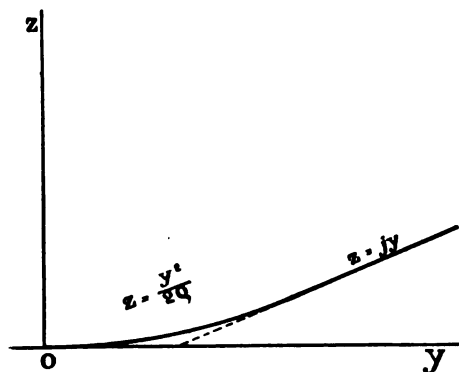



Fig. 13.

Dalla [10] si deduce:

$$\frac{dz}{d\rho} = \frac{y}{\rho}$$

e

$$\frac{d^2 z}{dy^2} = \frac{1}{\rho}.$$

L'equazione differenziale [6'] diverrà quindi:

$$\frac{1}{\rho} + \frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{2k}{v}\sqrt{\frac{3g}{4f}}\frac{du}{dy} + \frac{g}{fv^2}u = o, \qquad [6'']$$

equazione differenziale del tipo:

$$u'' + a\,u' + b\,u + c = O,$$

dove u'' e u' sono rispettivamente le derivate seconda e prima della funzione u rispetto alla variabile indipendente y.

Da quest'ultima equazione, essendo:

$$c = 1/\rho = \text{cost.},$$

risulta evidente che un integrale particolare sarà:

$$u = -\frac{c}{b} = -\frac{1}{\rho}\cdot\frac{fv^2}{g} = -\frac{fv^2}{g\rho}.$$

L'integrale generale della [6''] sarà quindi, tenuta presente la [7]:

$$u = \frac{fv^2}{g\rho} + e^{-\frac{k}{v}\sqrt{\frac{3g}{4f}}y}\cdot\left(A\cos\sqrt{\frac{g}{4fv^2}(4-3k^2)}\,y + B\,\text{sen}\sqrt{\frac{g}{4fv^2}(4-3k^2)\,y}\right), \qquad [11]$$

dove come al solito A e B sono le costanti arbitrarie d'integrazione, determinabili in base alle condizioni iniziali.

Ponendo:

$$A = r \text{ sen } \vartheta \qquad \text{e} \qquad B = r \cos \vartheta \,, \tag{12}$$

risulta:

$$u = -\frac{f v^2}{g \rho} + e^{-\frac{k}{v}\sqrt{\frac{3g}{4f}}\,y}\; r \text{ sen}\left(\sqrt{\frac{g}{4 f v^2}(4 - 3k^2)}\; y + \vartheta\right), \tag{11'}$$

dove r e ϑ sono le nuove costanti reali arbitrarie, legate alle prime dalle relazioni [12], e del pari determinabili in base alle condizioni iniziali.

Ora essendo per $y = o$, in analogia a quanto si è detto al caso precedente:

$$u = o \qquad \text{e} \qquad \frac{du}{dy} = \frac{dz}{dy} = -\frac{y}{\rho} = o \,,$$

dalla [11'] risulta:

$$r \text{ sen } \vartheta = \frac{f v^2}{g \rho} \qquad \text{e} \qquad r \cos \vartheta = \frac{f v^2}{g \rho} : k \sqrt{\frac{3}{4 - 3k^2}} \,,$$

da cui:

$$\text{tg } \vartheta = 1/k \sqrt{\frac{4 - 3k^2}{3}}$$

e quindi:

$$\vartheta = \text{arc tg } 1/k \sqrt{\frac{4 - 3k^2}{3}} \,,$$

$$r = \frac{f v^2}{g \rho} \sqrt{\frac{1}{1 - {}^3/_4\, 4^2}} \,.$$

Sostituendo ad r ed a ϑ nella [11'] i valori qui calcolati si avrà:

$$u = -\frac{f v^2}{g \rho} + \frac{f v^2}{g \rho}\, e^{-\frac{k}{v}\sqrt{\frac{3g}{4f}}\,y} \sqrt{\frac{1}{1 - {}^3{}_4\, k^2}} \times$$

$$\times \text{ sen}\left(\sqrt{\frac{g}{4 f v^2}(4 - 3k^2)}\; y + \text{arc. tg. } 1/k \sqrt{\frac{4 - 3k^2}{3}}\right), \tag{13}$$

equazione che definisce ancora un moto oscillatorio con oscillazioni smorzate.

L'ampiezza f_n di dette oscillazioni, decrescente con lo spazio percorso, è data dall'espressione:

$$f_n = \frac{f v^2}{g \rho} \sqrt{\frac{1}{1 - {}^3/_4\, k^2}}\; e^{-\frac{k}{v}\sqrt{\frac{3g}{4f}}\,y} \,.$$

Per quanto riguarda i valori di y, si noti quanto si è detto al caso precedente.

Da questa espressione si rileva, come l'amprezza delle oscillazioni, sia in questo caso, direttamente proporzionale al quadrato della velocità e inversamente proporzionale al raggio di curvatura della curva di raccordo al suo inizio.

Ora poichè senza grave errore si può ammettere:

$$\sqrt{\frac{1}{1 - {}^3/_4\, k^2}} = 1 \,,$$

(l'errore massimo che si commette per $k = 0{,}15$ sarà dell'uno per cento), si potrà scrivere:

$$f_u = \frac{fv^2}{g\rho} e^{-\frac{k}{v}\sqrt{\frac{3g}{4f}}y}, \qquad [14]$$

espressione che assume il valore massimo:

$$f_{max} = \frac{fv^2}{g\rho}, \text{ per } y = o .$$

Dobbiamo qui osservare che praticamente se in luogo di un arco di parabola, la curva di raccordo altimetrico fra le due livellette fosse stato un'arco di cerchio, la espressione [14] avrebbe ancora rappresentato l'ampiezza delle oscillazioni del moto di trepidazione indotto da tale raccordo, purchè fosse stato fatto:

$$\rho = R ,$$

posto R il raggio della curva di raccordo circolare.

Vediamo ora anche in questo caso l'effetto dello smorzamento, dovuto all'attrito delle molle.

Come già si è detto per il caso precedente, l'ultima oscillazione f_u ha un'ampiezza:

$$f_u = k f ;$$

è ovvio quindi che se si verificherà la condizione:

$$k f \geq \frac{fv^2}{g\rho} ,$$

il cambiamento di livelletta non darà luogo ad alcun moto di trepidazione nel veicolo.

La condizione soprascritta si può anche porre sotto la forma:

$$k \geq \frac{v^2}{g\rho} ,$$

cioè:

$$\rho \geq \frac{v^2}{gk} .$$

Essendo al minimo nella pratica $k = 0{,}05$, ne segue, che qualora il raccordo altimetrico fra due successive livellette venisse sviluppato secondo un arco, anche circolare, avente un raggio ρ, soddisfacente alla condizione:

$$\rho \geq 2\ v^2 ,$$

dove v è la velocità massima in m/sec. dei veicoli transitanti sul raccordo, non dovrebbero sussistere moti di trepidazione indotti.

Quale sarà il minimo valore di ρ, perchè sia soddisfatta la condizione ora trovata?

Sulla maggior parte delle linee ferroviarie, dove la velocità massima dei treni non supera i 130 km/ora, pari a 36 m/sec., sarà sufficiente porre:

$$\rho = 2 \cdot 36^2 = 2600 \text{ m} .$$

Per velocità maggiori occorrerebbero raccordi con raggio maggiore, così per esempio per velocità dell'ordine di 180 km/ora, pari a 50 m/sec. si renderebbe necessario un raccordo avente un raggio:

$$\rho = 2 \,.\, 50^2 = 5600 \text{ m} \,.$$

Però, quantunque per linee sulle quali siano ammesse queste elevatissime velocità, i cambiamenti di livelletta siano solo di pochi millesimi e quindi anche un ampio raccordo altimetrico avrebbe sempre un limitato sviluppo, si deve osservare che un eventuale moto di trepidazione indotto presenterebbe oscillazioni iniziali di ampiezza sufficientemente ridotta e si protrarrebbe per uno spazio relativamente piccolo.

Infatti nell'equazione esponenziale [14] ponendo:

$$f_n = f_u = k f \,, \quad \rho = 2600 \text{ m.}$$

e applicandola al caso nella vettura a carrelli, considerata al paragrafo precedente, per $v = 50$ m/sec. sarà:

$$y = \frac{lg \dfrac{k g \rho}{v^2}}{-\dfrac{k}{v}\sqrt{\dfrac{3 g}{4 f}}} = \text{m } 121 \,,$$

che corrisponde ad un tempo di circa 2 secondo e mezzo.

Il valore massimo delle oscillazioni sarebbe:

$$f_{max} = \frac{f v^2}{g \rho} = 0{,}0238 \text{ m} \,,$$

come vedesi ancora ammissibile, perchè inferiore al 10 % della freccia statica.

Siccome le caratteristiche essenziali delle sospensioni dei veicoli, quali la flessibilità e il coefficiente d'attrito interno nelle molle, non differiscono sensibilmente fra veicoli ferroviari e stradali si può concludere che tanto su ferrovie quanto su strade ordinarie, non dovrebbe portare alcun vantaggio agli effetti della stabilità della marcia del materiale mobile l'impiego di curve di raccordo altimetriche con raggi superiori ai 2500-3000 metri.

Siccome nella pratica il raccordo altimetrico viene costruito secondo una poligonale, nella quale i lati successivi formano fra loro degli angoli molto piccoli, è opportuno, affinchè il raccordo altimetrico non produca alcun moto di trepidazione nel materiale mobile, che la differenza d'inclinazione j, fra due successivi lati della poligonale, soddisfi alla relazione:

$$k f \geq j v \sqrt{\frac{f}{g\,(1 - {}^3/_4\, k^2)}} \,,$$

dedotta dalla [8] nella quale è stato posto $y = 0$.

La relazione soprascritta, essendo senza grave errore:

$$1 - {}^3/_4\, k^2 \simeq 1 \,,$$

può come si è già visto al precedente paragrafo, ridursi a:

$$kf \geq jv \cdot \sqrt{\frac{f}{g}} \,,$$

dalla quale risulta:

$$j \leq \frac{k\sqrt{fg}}{v} \,. \qquad [15]$$

Considerando i due esempi posti al precedente paragrafo risulta che per la vettura a varrelli questa condizione è soddisfatta rispettivamente per $j \leq 2{,}55$ ‰ se la velocità è di 30 m/sec. e per $j \leq 1{,}53$ ‰, se la velocità fosse eccezionalmente di 50 m/sec.

Per l'altro veicolo considerato, avente una sospensione meno dolce (trattasi di carro merci e quindi destinato a minori velocità) la condizione è soddisfatta per $j \leq 2{,}45$ ‰ per 20 m/sec., e $j \leq 1{,}63$ ‰ per 30 m/sec. = 108 km/ora, velocità che può considerarsi eccezionale, date le caratteristiche costruttive del veicolo.

Dall'esame della [15] risulta che il valore minimo di j aumenta con l'aumentare di k e di f, cioè coll'aumentare della flessibilità delle molle, dell'attrito interno, e del carico gravante sulla sospensione, mentre invece diminuisce con l'aumentare della velocità del veicolo.

Ne segue, che, se nei raccordi altimetrici ferroviari è sufficiente fra i lati della poligonale, porre una differenza di pendenza 1,5 ÷ 2 ‰, nei raccordi stradali sarà opportuno, dato che i veicoli transitanti sono di gran lunga più leggeri, quantunque dotati di sospensioni aventi maggior flessibilità, scendere eventualmente ad un valore dell'1,5 ‰.

Infine la formola [15], che lega le caratteristiche del profilo altimetrico di una strada, con le caratteristiche costruttive della sospensione dei veicoli e con la loro velocità, può essere tenuta presente, non solo nello studio della costruzione della sede, ma anche nello studio del materiale mobile.

BIBLIOGRAFIA

F. TAJANI: *Trattato moderno di materiale mobile ed esercizio delle Ferrovie.* Milano, 1928.

F. CORINI: *Costruzione ed esercizio delle Ferrovie.* Torino, 1929-30. Volumi I e III.

F. CORINI: *Scienza e tecnica delle costruzioni stradali.* Milano, Hoepli, 1937.

F. CORINI: *Le configurazioni razionali del binario per le alte velocità.* « Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane », 15 dicembre 1935.

U. CISOTTI: *Lezioni di meccanica razionale.* Milano, 1926.

U. CISOTTI: *Lezioni di analisi matematica.* Milano, 1926.

B. BOLIS: *Strade e vie in rapporto alle esigenze moderne.* Milano, 1938.

G. MARIÉ: *Traité de stabilité du matériel des Chemins de Fer.* Parigi, 1924.

P. SPEER: *Influence du mode de construction et de l'état d'entretien des voitures à voyageurs sur leur roulement.* « Bulletin de l'Association internationale du Congrès des Chemins de Fer », Bruxelles, febbraio 1932.

Trasporto delle banane dall'Impero Italiano all'Europa

Conferenza tenuta a Dresda il 23 maggio 1939-XVII alla « Kälte Tagung » degli ingegneri frigoristi tedeschi
dal Dott. Ing. A. MASCINI, Capo Servizio delle F. S.
e Direttore del R. Istituto Sperimentale (Sezione Ferroviaria) del Ministero delle Comunicazioni (1)

Riassunto. — La produzione delle banane nell'Africa Orientale Italiana è oggi sufficiente a tutti i bisogni dell'Italia e consente anche una parziale esportazione all'estero.

La distanza molto grande di oltre 4000 miglia marine fino all'Italia, alla quale sono da aggiungere gli ulteriori percorsi italiani ed esteri, hanno reso necessaria una adeguata attrezzatura di trasporti per evitare il deterioramento di un frutto così delicato da richiedere, per la sua buona conservazione, tutto un insieme di mezzi capaci di assicurare che la temperatura si conservi entro limiti molto ristretti (tra 11°,5 e 12° C.), il grado igrometrico si mantenga intorno al 90 ÷ 95 % e che non superi un bassissimo tenore di CO_2.

Pure ricorrendo all'accorgimento di cogliere il frutto in Africa prima della maturazione e di curare in modo particolare il trasporto dalle piantagioni fino all'imbarco, è stato necessario dotare la nostra flotta mercantile di modernissime navi specializzate, munite di tutti gli impianti frigoriferi occorrenti alla realizzazione delle condizioni ambientali di cui sopra è cenno per tutti i 10 giorni circa di viaggio complessivo, cioè 9 di reale marcia al netto delle soste, con cui queste veloci (circa 18 miglia all'ora) navi coprono la su indicata distanza di 4000 miglia marine e curare poi le successive operazioni di trasbordo su carri ferroviari ad alta coibenza ed in certe stagioni su carri refrigeranti, per non interrompere, durante tutto il trasporto, la continuità della catena frigorifera fino ai mercati di vendita.

Data la modernità dei mezzi di trasporto realizzati in questi ultimissimi anni e le condizioni assai sfavorevoli in cui detti trasporti si devono svolgere, ho creduto opportuno fare questa breve comunicazione che può interessare i tecnici del freddo ed i commercianti di prodotti orto-frutticoli così delicati.

Solo da poco più di un decennio l'Italia si è potuta inserire nel commercio mondiale delle banane che, come è noto, da oltre un terzo di secolo costituisce parte notevole del traffico transoceanico alla cui testa figurano gli Stati Uniti per il continente Americano e l'Inghilterra e la Francia, per il continente europeo; paesi questi che debbono considerarsi anche all'avanguardia dal punto di vista del consumo di tale derrata, così ricca di vitamine ed il cui valore alimentare e terapeutico, come accertato da numerose esperienze chimiche di laboratorio, è molto elevato.

Per essere ultimi arrivati nel concerto delle Nazioni produttrici ed esportatrici di banane, la produzione italiana somala è ancora assai piccola rispetto a quella mondiale, brevissimo essendo il tempo da cui si inizia questa particolare attività commerciale che si va rilevando sempre più feconda di concreti risultati.

Ma per quanto modesta ancora sia la produzione somala delle banane, in confronto di altri Paesi, se ne deve registrare però un incremento annuo sempre maggiore, il quale lascia prevedere, con fondata approssimazione, che l'opera svolta dallo

(1) Per la lettura del testo in tedesco erano stati assegnati 35′ compreso il tempo per le proiezioni delle dispositive. Per le proiezioni si sono in parte utilizzate le fotografie gentilmente fornite dalla R. A. M. B.

Stato Fascista, che ha avocato a sè, unico fra gli Stati del mondo, il monopolio del trasporto, della lavorazione e della vendita di questo eccellente frutto autarchico, permetterà senz'altro, in un breve periodo di anni, di portare la produzione somala ad un livello tale, per cui, il consumo medio per abitante in Italia, potrà raggiungere ed anche superare le alte percentuali già ottenute in altri Paesi europei.

La produzione bananiera della Somalia Italiana è stata in principio assorbita dal consumo interno dell'Italia, ma da alcuni anni a questa parte, a mano a mano che gli impianti della Somalia hanno permesso di realizzare una maggiore produzione, si registra un'eccedenza che ha offerto la possibilità di collocare tale pro-

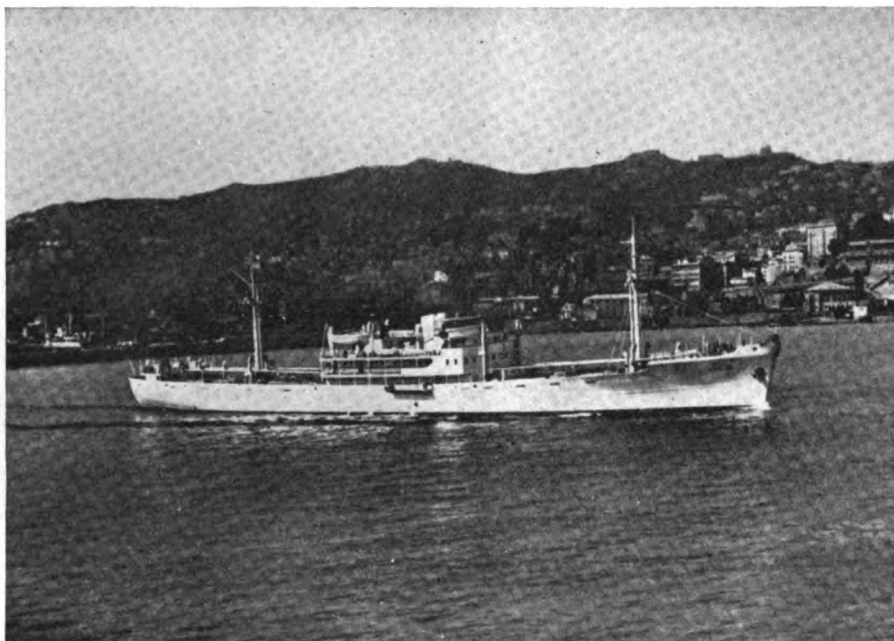



FIG. 1. — Motonave Bananiera R.A.M.B.

dotto in diversi mercati europei, primi fra tutti quello tedesco, ungherese, jugoslavo, svizzero, con tendenza anche alla conquista del mercato bulgaro e polacco.

L'esportazione si dirige principalmente verso la Germania perchè, dati i programmi autarchici dei nostri due Paesi e la ricerca di pervenire ad una compensazione fra gli scambi, trova modo di collocamento in Germania, per contribuire a pareggiare le forti importazioni che l'Italia fa dalla Germania per altre merci.

La base di questo commercio è quindi da considerare sana e solida, perchè fondata su principi di autarchia e di scambi compensati, dottrina questa comune ai nostri due Paesi.

Dopo breve periodo di organizzazione iniziale del commercio delle banane, organizzazione per molteplici ragioni non del tutto perfetta ed adeguata, per dare un decisivo, nuovo e potente impulso alla produzione ed all'esportazione delle banane somale, fu istituito nel 1936 l'Ente Statale della « Regia Azienda Monopoli Banane » (R.A.M.B.), il quale, con la sua opera energica e fattiva, a tappe accelerate, in considerazione anche del notevole aumento della produzione bananiera della Somalia Ita-

liana, ha saputo nazionalizzare tutta l'attrezzatura tecnico marittima del consumo specifico:

1) organizzando due linee marittime, la tirrenica, che serve prevalentemente per il consumo interno, e l'adriatica, per permettere sopratutto un più rapido trasporto fino alla prossimità della frontiera orientale italiana, in modo da ridurre al minimo la durata del trasporto terrestre, nel quale è meno facile realizzare condizioni termiche ed igrometriche così completamente adatte, come sulle navi specializzate ad esso trasporto adibite;

2) allestendo una moderna flottiglia di ben sette navi motobananiere (alle quali si aggiungono temporaneamente altre navi noleggiate) di cui le ultime quattro unità, precisamente le navi « R.A.M.B. » I, II, III e IV, (fig. 1) completamente progettate e costruite in Italia, munite dei più recenti perfezionamenti suggeriti dalla tecnica frigorifera e navale, permettono il trasporto, lungo il non breve percorso marittimo dalla Somalia in Italia, di notevoli masse di un frutto così delicato come la banana somala, la quale esige di rimanere costantemente, durante la navigazione, sotto condizioni ambientali particolari prestabilite, e cioè entro stretti limiti di temperatura, di grado igrometrico e di tenore in acido carbonico.

Ho creduto opportuno fare la presente breve comunicazione su tale tema, appunto in relazione alla difficoltà dell'ambiente nel quale la banana può conservarsi senza soffrire, ed alla modernità assoluta dei mezzi marittimi e terrestri, di cui oggi l'Italia dispone, per il rapido trasporto durante gli 8000 Km. circa per mare e nei successivi percorsi per terra.

L'organizzazione quindi del trasporto, del tutto soddisfacente, sia nei riguardi della rapidità, sia per la opportuna rotazione delle navi, sia per il condizionamento delle banane stesse a bordo e nei carri ferroviari.

Prima di citare qualche notizia interessante circa le esigenze particolari del trasporto in questione, reputo opportuno fornire qualche dato generale sulle caratteristiche tecniche delle quattro modernissime motobananiere italiane che, oltre ad essere abbondantemente attrezzate per lo specifico trasporto, come accennato, offrono anche la possibilità di trasportare dodici passeggeri al massimo, come prescritto in Italia e fuori, per tali tipi di navi. Passeggeri, i quali, sistemati in comode cabine di lusso munite tutte di apparecchi per il condizionamento dell'aria, agevolmente possono, in non più di una diecina di giorni di viaggio e nelle migliori condizioni ambientali, raggiungere, attraverso le zone equatoriali, la lontana nostra Colonia Africana.

Alcuni dati tecnici relativi a queste bananiere italiane, dall'alta velocità di marcia e dalle snelle linee architettoniche, rilevati dal libro « Navi bananiere » del Generale Barberis del Genio Navale Italiano, si danno qui di seguito:

a) Portata lorda	Tonn.	2300
b) Capacità delle due grandi stive refrigerate	m³	4000
c) Portata in banane		
carico lordo	Tonn.	900
carico netto	»	650
d) Potenza apparato motore a combustione interna	HP/asse	4000
e) Consumo di nafta per HP/ora (compresi i motori ausiliari).	gr.	165

f) Velocità sviluppata alle prove di collaudo . . . . . miglia marine 20/ora
Velocità normale di navigazione a pieno carico di banane . » » 17/ora
g) Potenza dell'impianto frigorifero per la refrigerazione delle stive . . . . Frig/ora 350.000
h) Durata normale del viaggio dalla Somalia in Italia, senza e con fermata intermedia rispettivamente . . . . . giorni 9 e 10

Se per il trasporto marittimo dai paesi tropicali in genere e per la conseguente buona conservazione di molte derrate alimentari utilizzanti il freddo, è richiesta sempre una tecnica accurata, questa tecnica, nei confronti delle banane, deve essere oggetto di cure ancora maggiori, cure le quali non devono limitarsi al solo periodo della conservazione frigorifera propriamente detta, ma devono avere il loro inizio sin dalla coltivazione del prodotto, dalla sua raccolta, dalla sua selezione, dal suo imballaggio (imballaggio che si rende necessario data l'estrema delicatezza del frutto e le difficoltà dell'imbarco nei porti somali) e del suo trasporto nelle varie modalità in cui si compie.

Poichè il taglio delle banane sui luoghi di produzione, ha luogo, subito prima dell'imbarco, le navi bananiere sono obbligate a seguire itinerari strettamente regolati, con arrivi e partenze prestabiliti, e quindi con viaggi limitati nel tempo.

Nei riguardi delle condizioni ambientali, che si devono realizzare e mantenere sulle navi bananiere, è noto che queste condizioni influiscono non poco sulla maturazione delle banane, durante la quale hanno luogo molti processi biochimici di natura enzimatica, a cui si deve la formazione e la successiva trasformazione degli idrati di carbonio, delle sostanze tanniche e degli acidi organici.

Vari sono i fattori che agiscono sullo stato delle banane, e che debbono prendersi in considerazione in rapporto alle migliori condizioni ambientali, da realizzare nelle stive refrigerate, per la loro ottima conservazione; sono da annoverarsi, fra gli altri, la temperatura dell'ambiente, il grado igrometrico, il tenore di anidride carbonica, la presenza delle sostanze eteree del ricambio.

Dalle ricerche effettuate nel 1933, nella R. Stazione Chimico-Agraria di Torino, sull'influenza delle condizioni ambientali sulla maturazione delle banane, è lecito affermare che:

1) per quanto riguarda la temperatura, si verifica l'arresto dei vari processi enzimatici nel caso in cui venga a mancare alla banana, durante la sua conservazione, la giusta quantità di calore di cui essa ha bisogno, mancanza che conduce all'arresto completo della sua maturazione. Si hanno cioè gravi alterazioni e disturbi, per effetto di temperature eccessivamente basse (inferiori a + 8°) che portano la banana a gelare e ad annerirsi. In tale caso una immissione adeguata di aria calda nelle stive, e sempre quando tale insufficiente quantità di calore fornito in precedenza ha durata transitoria, fa sì che la banana può ancora maturare senza che si arrivi alla sua perdita parziale o completa;

2) per quanto riguarda una deficiente presenza di ossigeno nell'ambiente (accumulo di gas CO^2), cosa che rende l'ambiente asfittico, la conseguenza è che viene resa difficile, se non impossibile, la maturazione del frutto, le cui cellule vivono a spese degli idrati di carbonio. Idrati che a loro volta si decompongono, dando luogo a produ-

zione di alcool e anidride carbonica, che portano direttamente al disfacimento del frutto. Così dicasi per l'accumulo di sostanze eteree del ricambio, la cui presenza, anche in lievi tracce nell'ambiente, può determinare più o meno notevoli alterazioni (sviluppo di muffe, comparsa di macchie nerastre sulla buccia, ecc.).

Ne consegue che, per ottenere il maggior successo nel trasporto e nel commercio di questo caratteristico e delicato frutto somalo, la cui vita media può, grosso modo, ritenersi di circa una trentina di giorni, dal momento della raccolta sino a quello del consumo in Italia ed all'Estero, si seguono da noi i seguenti criteri fondamentali:

1) rigorosa selezione del frutto all'origine (Somalia);

2) razionale ed immediato suo imballaggio per assicurarne una buona aerazione da un lato, e per sottrarlo, dall'altro, agli inevitabili sbalzi di temperatura nei vari percorsi terrestri (Somalia, continente europeo);

3) rapido suo imbarco sulle navi in Somalia e non meno rapido sbarco nei posti di destinazione (Genova, Ancona, Venezia e Trieste);

4) rapido suo trasporto in mare e cure speciali pel suo stivaggio, onde agevolare la libera circolazione dell'aria nelle stive;

5) rapida sua refrigerazione, la quale deve essere accompagnata da energica ventilazione e adatte condizioni igrometriche;

6) rinnovazione frequente dell'aria nelle stive per eliminare pericolosi accumuli di gas CO^2, nonchè di sostanze eteree del ricambio.

In conseguenza, le condizioni ambientali che si realizzano sulle nostre navi bananiere, possono riassumersi come segue:

a) temperatura di regime tra gli 11° ÷ 12°. Più precisamente il valore costantemente mantenuto per tutta la traversata marittina si aggira sugli 11°,4 ÷ 11°,7, donde la necessità di regolare detta temperatura al decimo di grado, tali valori essendo stati trovati praticamente i più confacenti per la specie e la varietà delle banane della nostra Somalia;

b) grado igrometrico o umidità relativa da mantenersi tra il 90 % e l'80 %, secondo che trattasi di frutto verde, o di frutto in cui si inizia l'ingiallimento.

La figura 2 si riferisce appunto ad un trasporto di un carico di 900 Tonn. di banane dalla Somalia in Italia, della durata media effettiva di 10 giorni. La prima parte, a sinistra dei diagrammi delle temperature e del grado igrometrico, si riferisce al periodo iniziale relativo alla prerefrigerazione delle stive vuote (durante circa 12 ore) e al successivo carico delle banane (durata 2 o 3 giorni), mentre le parti orizzontali, a destra dei diagrammi stessi, forniscono i valori quasi costanti delle stesse grandezze fisiche nei 10 giorni di viaggio: 11°,7 per la temperatura di regime, e 87 % per l'umidità relativa;

c) tenore in anidride carbonica da mantenersi costante in relazione alla temperatura di regime suindicata tra limiti piuttosto bassi; dal 0,05 al 0,2 % circa.

Per la buona conservazione dei frutti, tenuto conto che, per necessità di cose, i caschi imballati, pesati e segnati con le relative marche di provenienza, vengono avviati nella notte ai porti d'imbarco di Merca e Chisimaio, per mezzo di autocarri, e che non si hanno pel momento adeguate attrezzature portuali locali (istallazioni meccaniche per il carico a nudo dei caschi, quali elevatori, trasportatori, nastri scorre-

voli) si provvede a ridurre il più possibile il tempo per abbassare rapidamente, alla temperatura di regime (11°,7) circa, la temperatura iniziale delle banane, che al momento dell'imbarco è molto elevata (25°-30° circa).

Per ottenere ciò, si è istallato, su ciascuna delle quattro bananiere R.A.M.B., un adeguato impianto frigorifero, capace di sottrarre rapidamente alle stive ed alle banane, le notevoli quantità di calore in giuoco e cioè, in cifra tonda:

a) circa 50.000 Calorie/ora alle stive, prima e durante il carico, per l'ipotesi, molto vicina alla realtà, di aria esterna a + 45° C. ed acqua di mare intorno a + 33° Centigradi.

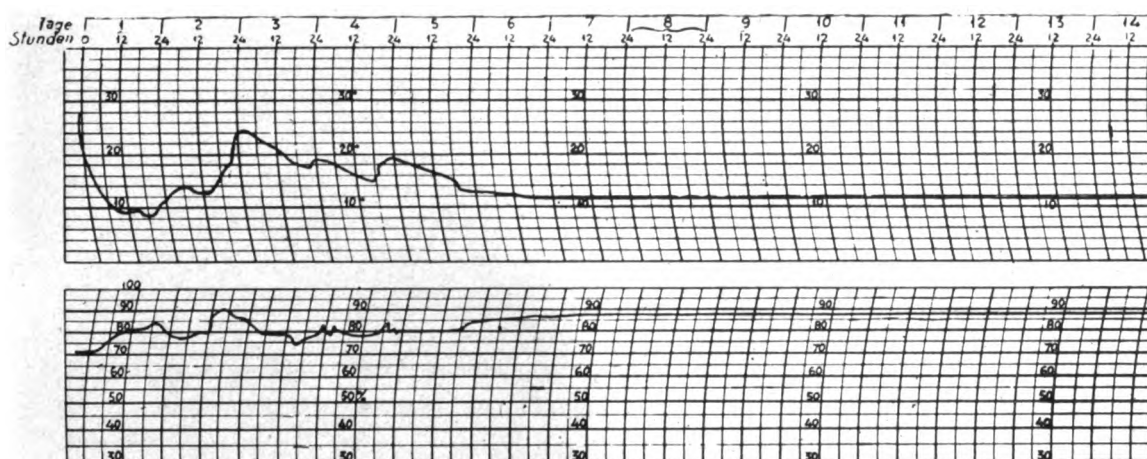



Fig. 2. — Diagramma della temperatura e del grado igrometrico relativo ad un carico e al trasporto delle banane dalla Somalia in Italia.

b) circa 80.000 Calorie/ora dovute al calore delle 900 Tonn. di banane caricate, ivi compreso il calore emanato dalla respirazione del frutto durante il carico, quest'ultimo calcolato in base al valore medio di 0,2 Calorie/ora emesse da un Kg. di frutto alla temperatura di carico (+ 25° a + 35° C.), in contrapposto a quella di 0,1 Calorie/ora emesse alla temperatura di regime;

c) circa 50.000 Calorie/ora dovute: e al calore dell'aria esterna destinata al rinnovo dell'aria nelle stive, e al calore sviluppato dal gruppo dei motori elettrici azionanti i vari ventilatori.

Tenuto conto di tutte le circostanze inerenti ad una rapida refrigerazione iniziale del carico, e alle più sfavorevoli condizioni di temperatura esterna, condizioni che a loro volta dipendono da molteplici fattori, l'impianto frigorifero istallato è capace, nell'ordinario funzionamento, di fornire una potenza frigorifera quasi doppia, nell'ordine cioè di 350.000 frigorie/ora, con una temperatura di —5° C. all'evaporazione necessaria per mantenere la salamoia da 2° a 3° C.), e con una temperatura di + 33° C. alla condensazione.

È appena il caso di mettere in rilievo che la più grande cura è stata portata, dai tecnici italiani, nello studio dell'isolazione delle varie pareti e tamponi di chiusura dei boccaporti delle stive, le quali, grazie alle caratteristiche fisiche e tecnologiche degli isolanti di prima qualità impiegati (sughero espanso nella quasi totalità), e

al modo di costruzione delle pareti stesse, offrono un elevato grado di coibenza termica.

Lo schema, di cui la figura 3 offre un insieme completo, si riferisce appunto ad uno degli impianti frigoriferi esistenti sulle nuove bananiere R.A.M.B. (1).

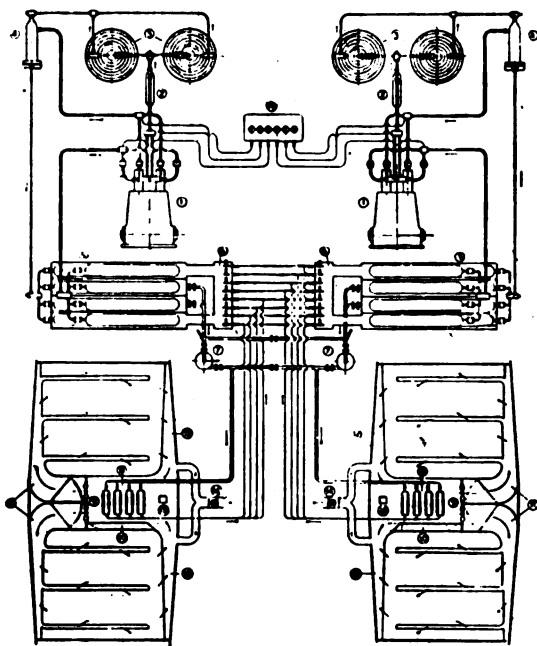



FIG. 3. — Schema dell'impianto frigorifero di una Motonave R.A.M.B.

È facile notare che l'impianto risulta costituito:

a) da un gruppo di due compressori, a CO^2, a due cilindri e a multiplo effetto;

b) da un gruppo di 4 condensatori, composti ognuno di numerose serpentine immerse in apposita vasca circolare, in cui circola in abbondanza l'acqua di mare, sollevata per mezzo di due elettropompe della portata oraria di 270 Tonn., necessaria per il raffreddamento e la condensazione della CO^2 ad alta pressione;

c) da un gruppo di due evaporatori, composti di 32.000 metri lineari di tubi (corrispondenti ad una superficie evaporante di 1300 mq.) in cui si vaporizza la CO^2 liquida che proviene dai condensatori, attraverso i rispettivi ricevitori intermedi, quando è necessario;

d) da un gruppo di elettropompe che spingono la salamoia, mantenuta a + 2° circa, nei rispettivi gruppi di serpentine ad alette, costituenti i refrigeranti dell'aria;

e) da un sistema di ventilazione delle stive, del tipo trasversale;

f) da un gruppo di ventilatori per il rinnovo dell'aria viziata.

Il ciclo di funzionamento dei compressori a CO^2 (fig. 4), essendo a multiplo effetto, rende possibile, come è noto, l'utilizzazione dell'acqua di mare anche quando questa è a temperatura superiore a quella del punto critico della CO^2, come effettivamente si verifica in alcuni punti della traversata marittima tra la Somalia e l'Italia (Mar Rosso ad esempio).

Con tale sistema la CO^2 ad alta pressione (fig. 5) (2), proveniente dalla batteria dei condensatori, si espande una prima volta attraverso il rubinetto regolatore I, per cui la sua pressione si abbassa al valore della pressione intermedia ed in relazione si abbassa la temperatura. Nel recipiente intermedio (ricevitore), parte destra dello schema, il miscuglio di liquido e vapore surriscaldato, in arrivo dai condensatori, è separato, ed il liquido passa nell'evaporatore attraverso il rubinetto regolatore II, mentre il vapore saturo ritorna al compressore attraverso le apposite luci che lo stantuffo del compressore scopre in fine della corsa di aspirazione, per essere poi

---

(1) Fotografia rilevata da « Navi. bananiere » del generale BARBERIS.

(2) Fotografia rilevata da « Istruzioni speciali per le macchine a multiplo effetto » di G. BARBIERI.

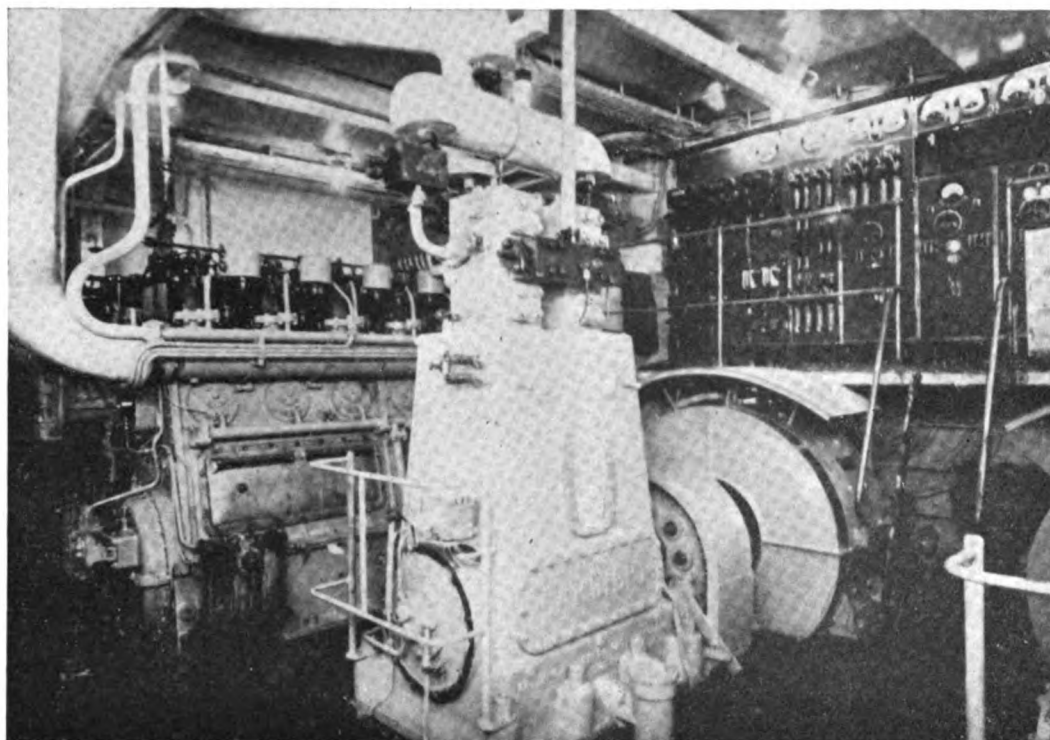



FIG. 4. — Gruppo compressore CO_2.

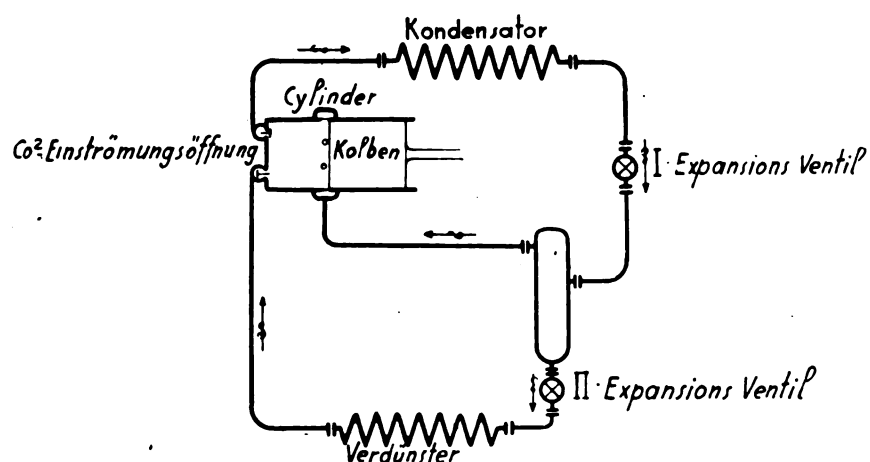
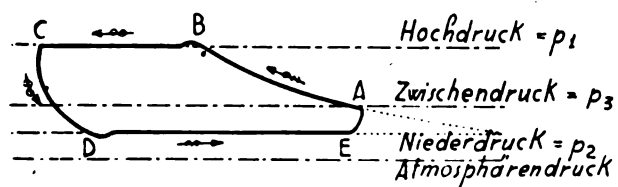



FIG. 5. — Schema del ciclo di funzionamento del compressore a multiplo effetto.

inviato nuovamente, alla fine della fase di compressione, nei condensatori, ove riprende le sue caratteristiche fisiche iniziali.

Nel tipo di ricevitore intermedio, utilizzato nello impianto frigorifero delle navi R.A.M.B., è da notare, che la Ditta italiana costruttrice « Barbieri », oltre al solito dispositivo a galleggiante che apre la valvola di passaggio alla parte di CO^2 liquida che va all'evaporatore, ha previsto una seconda comunicazione diretta, comandata da opportuno rubinetto, che viene utilizzata nei casi in cui si rende necessaria un'alimentazione più abbondante dell'evaporatore.

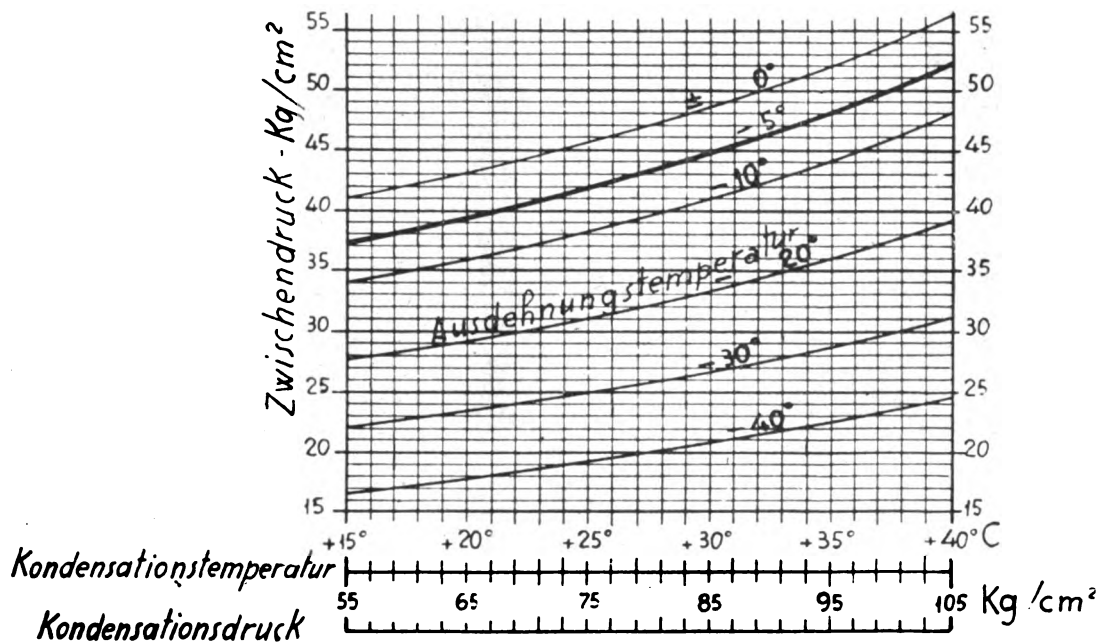



FIG. 6. — Diagramma delle pressioni e temperatura della CO_2.

La regolazione della valvola di passaggio della CO^2 liquida all'evaporazione, nel pratico funzionamento, si effettua basandosi sui valori della pressione intermedia e della temperatura del gas compresso; pressione che non deve naturalmente essere molto discosta dalla pressione teorica fornita dal diagramma di cui alla figura 6 nel quale è anche indicato, in linea più marcata, la curva della pressione di funzionamento normale relativa alla temperatura di — 5° C. nell'evaporatore. In basso, si hanno in corrispondenza le varie temperature e pressioni di condensazione.

Come accennato, il sistema di ventilazione adottato per le stive, è quello trasversale, ma migliorato e modificato in confronto del sistema comunemente usato. Con esso, l'aria proveniente dai refrigeranti, raffreddata a + 10° C. circa, passa direttamente nelle stive, ove circola in mezzo alle gabbie di banane e viene aspirata, alla fine del suo percorso, attraverso l'analogo condotto di aspirazione, ad una temperatura di 1° a 2° superiore a quella di mandata (11° a 12°). Dell'aria supplementare, prelevata dal condotto premente, è portata poi, in alto delle stive, attraverso condotti trasversali limitati a metà larghezza della stiva, da dove viene poi a distribuirsi sulla merce sottostante.

La figura 7 mostra uno dei condotti ispezionabili, sia di mandata che di ritorno, dell'aria fredda, condotto in cui, sulla parete verticale immediatamente adiacente alla

stiva, sono ricavate numerose finestrelle le cui aperture sono regolabili da sportelli mobili a coulisse (fig. 8).

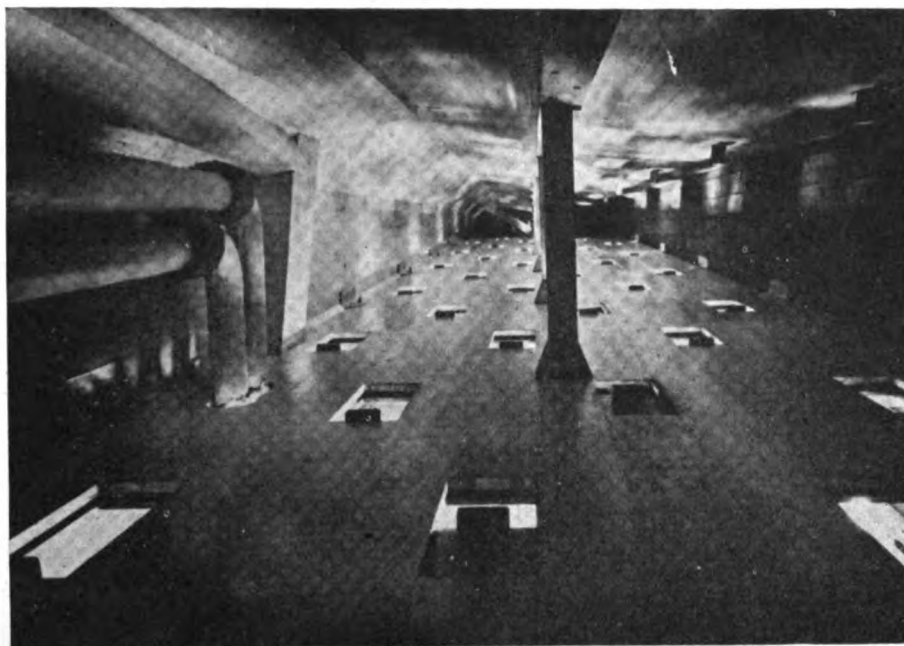



Fig. 7. — Condotto premente dell'aria fredda

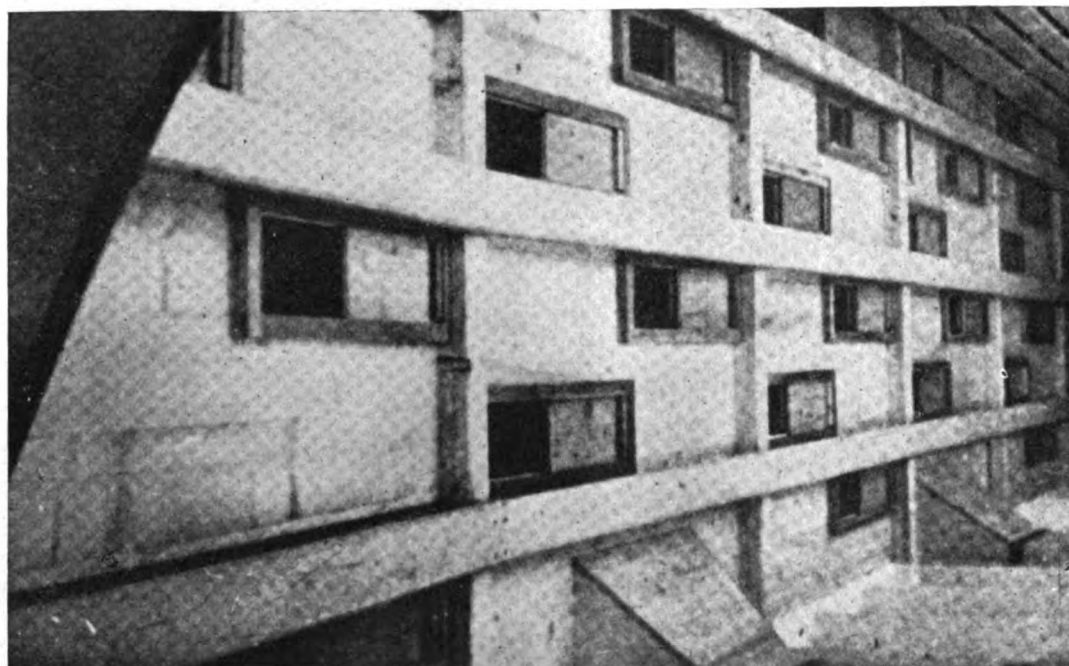



Fig. 8. — Parete laterale della stiva con sportelli regolatori.

Allo scopo poi di vincere la resistenza opposta al passaggio dell'aria raffreddata nelle stive, l'aria è spinta nel condotto di mandata, sotto una prevalenza di alcune decine di millimetri di colonna d'acqua (circa 40 mm.), da un gruppo di 4 potenti

ventilatori capaci di muovere notevoli quantità di fluido nell'unità di tempo. Precisamente si hanno in funzione permanente due ventilatori di 1300 metri cubi al minuto primo di portata, a servizio della stiva di prua, ed un altro gruppo di due altri della portata di 900 metri cubi al minuto, a servizio della stiva di poppa.

L'impianto consente d'invertire periodicamente nella giornata, il moto della corrente di aria nelle stive, corrente, la cui velocità è debitamente controllata in modo che non risulti nè troppo debole, la qual cosa condurrebbe ad un'insufficiente refri-

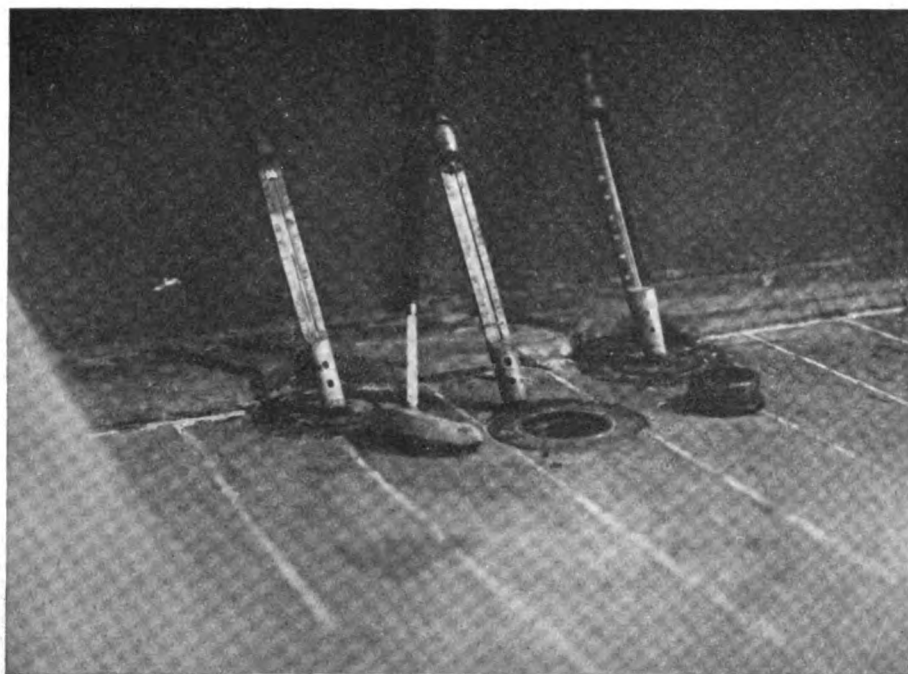



Fig. 9. — Gruppo termometri sonda e a spillo.

gerazione, nè troppo elevata, la qual cosa produrrebbe un'evaporazione troppo forte nei frutti.

Per il rinnovo periodico dell'aria, si provvede con notevoli quantità d'aria presa all'esterno, a monte dei refrigeranti. Circa 16.000 metri cubi d'aria vengono introdotti giornalmente nelle stive attraverso un circuito indipendente da quello principale, mentre, per mantenere il giusto grado igrometrico dell'ambiente, l'aria di circolazione è preventivamente essiccata facendola passare, in parte, all'esterno delle serpentine refrigeranti.

Per il controllo invece di tutti i vari fattori, agenti sia sul funzionamento dell'impianto, sia sullo stato delle banane stivate, si provvede per mezzo di numerosi apparecchi registratori a distanza o a lettura diretta, distribuiti opportunamente nei diversi punti dei vari condotti di circolazione del fluido frigorigeno, dell'acqua di raffreddamento, della salamoia, dell'aria raffreddata, delle stive, ecc., ecc., nè mancano termografi ed apparecchi registratori del tenore di CO^2, igrometri e termometri-sonda per le stive, e termometri speciali a spillo (pungi-banana) com'è indicato nella fotografia (fig. 9); apparecchi tutti che dànno la possibilità, al personale di bordo, di seguire e controllare in modo veramente continuo i vari fattori determinanti le condizioni attuali della merce che si trasporta.

Ma indipendentemente da tutte le indicazioni fornite da tale importante complesso di apparecchi di ogni tipo, il personale specializzato, adibito esclusivamente a tale ser-

Fig. 10. — Casco di banane

Fig. 11. — Maona per l'imbarco delle banane, sulla Motonave.

vizio sulle bananiere italiane, non manca di procedere, in modo veramente encomiabile, a frequenti controlli diretti, di ora in ora perfino, per sorvegliare e rendersi conto personalmente delle effettive condizioni del carico.

Quanto alla realizzazione della catena frigorifera, che solo può garantire l'ottima conservazione del prodotto in ogni fase della sua evoluzione, può affermarsi che ogni più stretta sorveglianza è spiegata affinchè la catena stessa si mantenga il più possibile ininterrotta, a cominciare dall'origine sino alla fine, dalle piantagioni (fig. 10) sino al consumatore posto a molte migliaia di Km. di distanza.

Al riguardo, è doveroso fare osservare che, dato il brevissimo tempo da cui si è costituito l'Impero italiano, non si è ancora potuta raggiungere quella perfezione di mezzi che sarebbe desiderabile sul suolo, sia nei riguardi del trasporto refrigerato

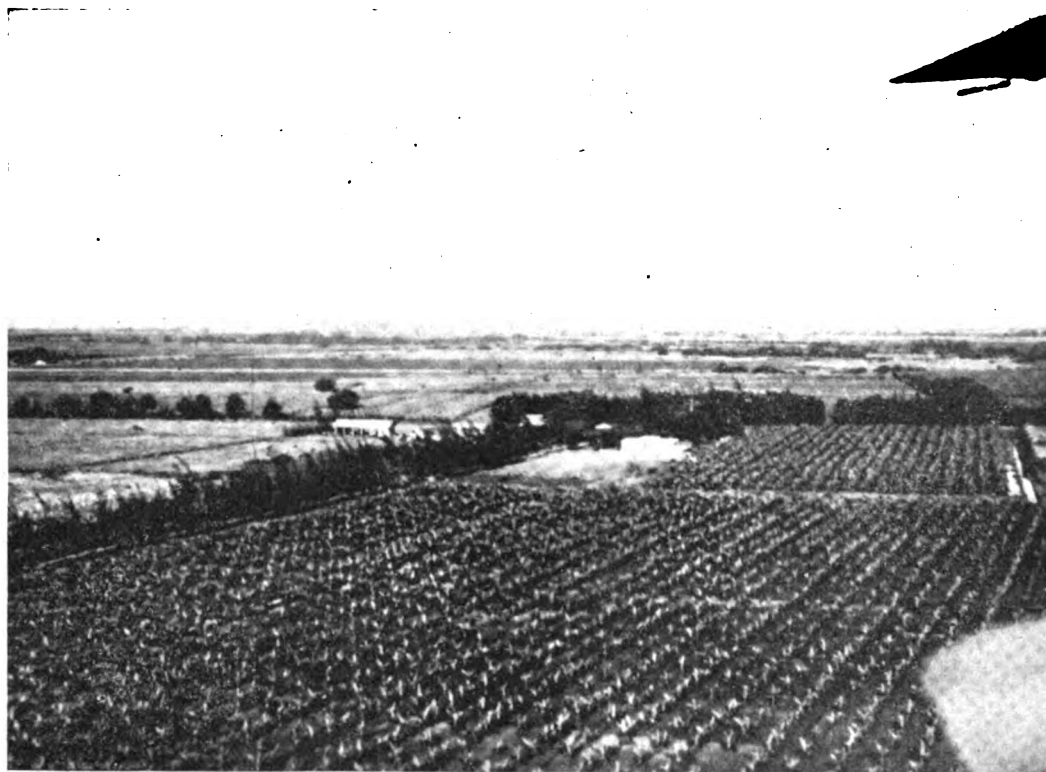



Fig. 12. — Bananeto nella zona di Genale

terrestre, che dei mezzi meccanici speciali d'imbarco, pur essendo stato soddisfacentemente risolto, per il momento, in quelle plaghe equatoriali, nel migliore dei modi, e il problema delle comunicazioni, e quello dei collegamenti e dell'imbarco.

L'imbarco adunque delle banane nella rada di Merca sulle motobananiere, che devono rimanere ancorate al largo della costa per trovare il fondale necessario, per forza maggiore, provvisoriamente è fatto ancora a mano, coll'ausilio delle caratteristiche maone somale e delle varie attrezzature di terra e di bordo, come è indicato nella fig. 11.

Si hanno peraltro in corso molti miglioramenti, sia nei riguardi della regolazione dei corsi dei due grandi fiumi Uebi Scebeli e Giuba, per l'irrigazione delle zone in cui dovranno sorgere nuove coltivazioni, sia nella rete stradale di accesso e sbarco dei vasti comprensori di Genale (fig. 12), del Giuba, dell'Afgoi, ecc., nei quali vegetano e fruttificano prosperamente le banane (fig. 13), la cui superficie di coltivazione oggi supera già i 4000 ettari, in confronto dei 250 ettari appena degli anni 1927-1928.

FIG. 13. — Albero banane nella Somalia

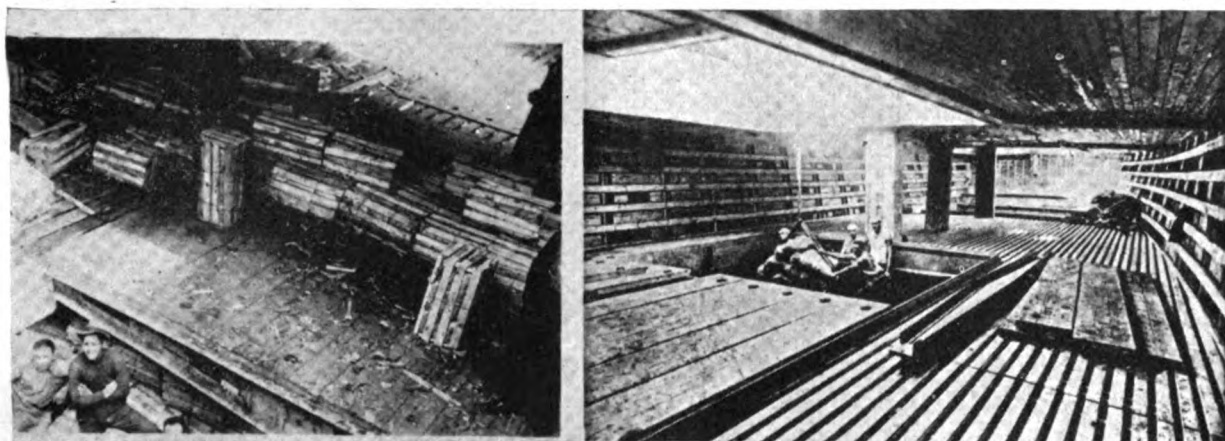



FIG. 14. — Interno stive motonave bananiera.

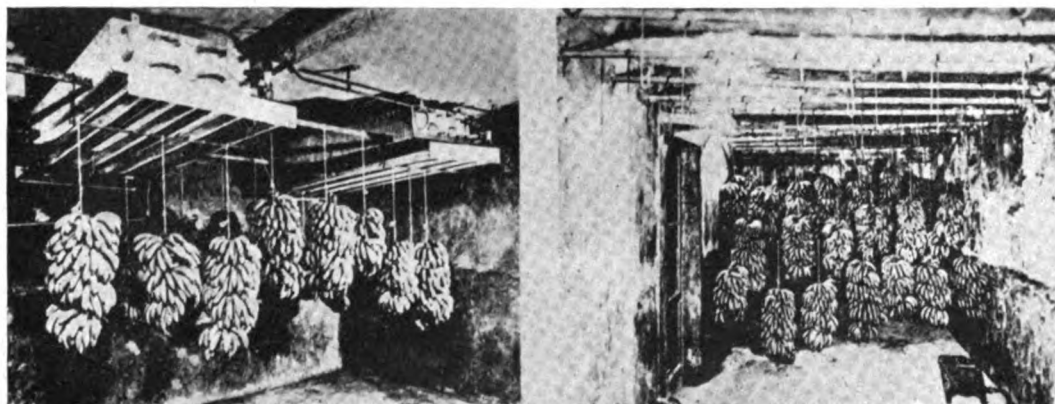



FIG. 15. — Celle di maturazione delle banane.

Fervono gli studi per l'esecuzione a breve scadenza delle opere marittime indispensabili nella rada di Merca, opere che, permettendo l'attracco delle bananiere, daranno la possibilità di accelerare ancora le operazioni d'imbarco delle banane, ponendole al sicuro dalle intemperie e permetteranno altresì di procedere allo stivaggio delle banane stesse, come previsto, in caschi nudi. Con l'eliminazione quindi degli imballaggi, che

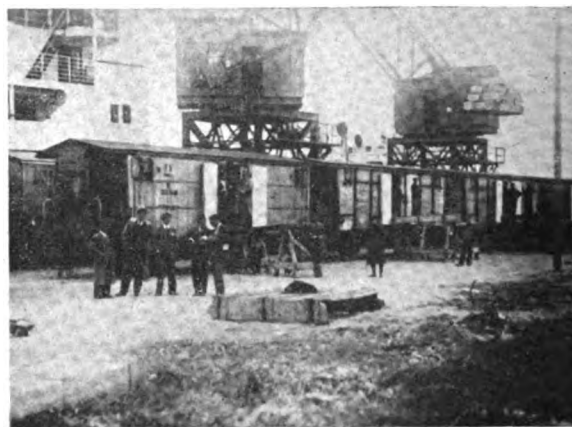



FIG. 16. - Sbarco delle gabbie di banane e successivo loro carico nei carri isotermici.

pure incidono notevolmente sul volume impegnato nelle stive e sul costo unitario del frutto, sarà possibile ridurre fra l'altro la durata del viaggio da una parte, e le tasse per il passaggio obbligato delle navi per il Canale di Suez dall'altra. Ciò che in definitiva arrecherà un aumento nell'importazione e una diminuzione nel costo del prodotto, a beneficio del consumatore.

Infine non minori sono le cure che l'organizzazione italiana di questo commercio porta alle ultime maglie della catena frigorifera.

All'arrivo alle banchine in Italia, i frutti vengono rapidamente scaricati dalle capaci stive (fig. 14) e trasportati ai vari magazzini condizionati, o celle di maturazione, (fig. 15), a mezzo di automezzi moderni o di un cospicuo gruppo di carri ferroviari isotermici e refrigeranti ad elevata coibenza (fig. 16), carri di cui l'Amministrazione delle F. S. italiane ha opportunamente e recentemente arricchito il suo già notevole parco.

Questo ricco complesso di carri ferroviari, capaci di marciare anche alla velocità di 100 e più Km/ora coi moderni treni merci a marcia accelerata e coi treni viaggia-

tori, ha influito non poco nel fare apprezzare all'estero la bontà delle banane somale, di questo frutto così ricco di vitamine, di zucchero e di sali minerali facilmente assimilabili, ed i cui caratteri organolettici, eguali alle banane delle Canarie, offrono, rispetto a queste, un gusto ed un profumo assai pregiato quando hanno raggiunto la completa maturazione.

FIG. 17. — Visita del Duce alla motonave R.A.M.B. IV.

Il rapido sviluppo della produzione bananiera in Somalia, che da una media di appena 18.000 quintali degli anni 1927÷1929, è passata ad oltre 400.000 quintali nel 1938, il conseguente maggior consumo nel Regno e l'incremento felice dell'esportazione, rappresentano una grande affermazione della virtù realizzatrice del popolo italiano, il quale saprà portare, come sempre, sotto la guida illuminata del suo DUCE (fig. 17) tutto il suo intelligente contributo per un più grande sviluppo dei vari problemi tecnici, commerciali ed organizzativi, inerenti al commercio delle banane, a tutto vantaggio dell'economia nazionale, senza turbare quell'equilibrio negli scambi compensati la cui contropartita è rappresentata dalle forti importazioni che il nostro Paese deve fare dall'Estero, e specialmente dalla Germania.

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste, cui detti riassunti si riferiscono, fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri ferroviari italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai Soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S.) Ricerca delle lesioni nei fusi degli assi dei veicoli ferroviari. (*Revue générale des chemins de fer,* 1° marzo 1939).

È appena necessario richiamare l'attenzione sulla necessità di questa ricerca, specialmente per pezzi aventi funzione di primaria importanza per la stabilità e la sicurezza dei veicoli, quali sono appunto i fusi degli assi. Questi organi sono sollecitati a flessione alterna rotante, che dopo un certo tempo può produrre lesioni propagantisi nella massa del materiale fino a ridurre la sezione resistente ad un valore insufficiente. Il semplice esame a vista, anche se molto accurato; può non arrivare a svelare le eventuali lesioni, perciò è necessario disporre di un mezzo più sicuro di indagine. Questa necessità è più sentita per i fusi degli assi montati su cuscinetti a sfere e a rulli che sono di smontaggio lungo e costoso e di conseguenza meno frequente.

Fino a pochi anni fa, le officine della P.L.M. impiegarono per questa indagine una prova detta d'urto, consistente nel provocare, mediante un colpo vibrato sul pezzo da esaminare, la fuoruscita dell'olio che in seguito ad immersione del pezzo era entrato nella lesione. Però in questo modo si svelavano soltanto quelle lesioni che per la loro importanza trattenevano una certa quantità d'olio e quasi sempre sfuggiva l'esistenza di quelle più lievi. Di qui la necessità di un mezzo più sensibile e sicuro. La soluzione del problema venne indicata dall'ing. Roux, del laboratorio della saldatura autogena francese, fin dal 1927.

Il principio del funzionamento degli apparecchi ideati dal Roux consiste nella disposizione assunta dalle linee di forza del campo prodotto da un magnete temporaneo o permanente quando in esso esista una soluzione di continuità, disposizione resa evidente dall'addensamento e dal diradamento dei granuli di limatura di ferro che si trovano sottoposti all'azione delle forze del campo. Come è noto in corrispondenza dei poli del magnete si verifica un addensamento di granuli che risulteranno invece assai diradati specialmente in punti equidistanti dai poli stessi. Per facilitare la tendenza dei granuli ad assumere la configurazione suddetta conviene stemperare in petrolio la limatura di ferro che sarà allora più libera di muoversi. Se in un punto del magnete, lontano dai poli, si manifesta una soluzione di continuità come sarebbe appunto una lesione, le due faccie della stessa assumono polarità diverse e quindi in sua corrispondenza si osserverà un addensamento dei granuli della limatura. Per scoprire una lesione sarà perciò sufficiente magnetizzare il pezzo in esame ed osservare come si dispone la limatura intrisa di petrolio con cui si cosparge la superficie del pezzo stesso. Affinchè le lesioni si rendano facilmente visibili, occorre che le linee di forza del campo magnetico siano normali al piano della lesione. Nel caso di assi di veicoli, la direzione delle linee di forza sarà parallela all'asse stesso appunto perchè le lesioni si manifestano in senso normale. L'intensità del campo magnetico deve essere convenientemente studiata: con una intensità insufficiente non si riesce a svelare le lesioni e con una eccessiva si possono avere false indicazioni.

Le prime applicazioni furono fatte in Germania nelle officine ferroviarie di Limbourg; recentemente è stato messo a punto, nelle officine di Villeneuve St. George, in Francia, un apparecchio alquanto diverso da quello tedesco e che si presenta di uso più semplice.

Per ottenere la magnetizzazione del fuso da esplorare, si applicano, alle estremità di un diametro dello stesso, due spazzole addultrici della corrente e di eccitazione (fig. 1). Il senso della

magnetizzazione è allora normale al piano delle eventuali fessure. Questo schema è realizzato nell'apparecchio rappresentato in fig. 2. Le spazzole sono montate su un carrello di legno e si possono serrare sul fuso dopo che questo è stato sollevato ad altezza conveniente. Un semplice dispositivo permette di inaffiare la superficie del fuso con la miscela di limatura di ferro e petrolio e quindi di procedere alla ricerca delle eventuali fessure. L'impianto è corredato di tutti i dispositivi accessori atti a rendere facile e rapida — 10 ÷ 15 minuti — l'esplorazione dei pezzi.

La fig. 3 rappresenta un porzione di asse fessurato.

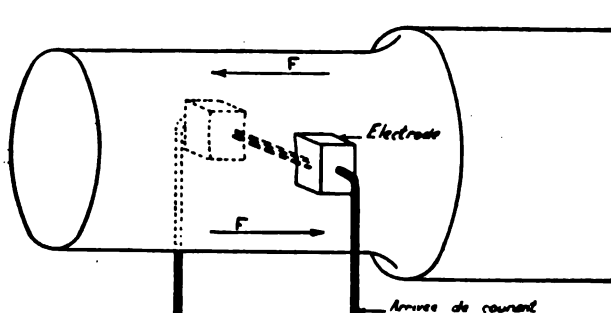



Fig. 1.

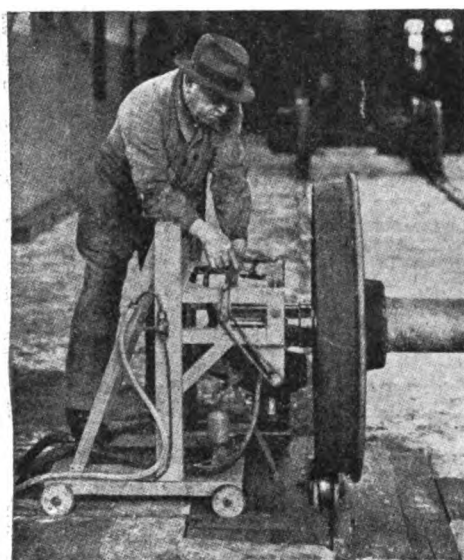



Fig. 2

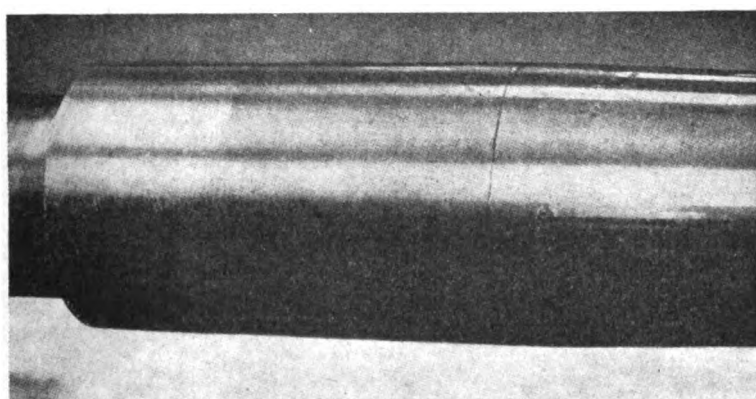



Fig. 3.

La corrente impiegata è di circa 400 Ampère e può essere somministrata da una batteria di accumulatori del tipo impiegato per l'illuminazione delle carrozze, collegati in parallelo oppure da un piccolo alternatore con trasformatore. L'apparecchiatura elettrica è assai semplice: consta di un interruttore e di un reostato sul primario del trasformatore per la regolazione della corrente.

Il costo complessivo dell'impianto si aggira sulle 4000 lire italiane. — Luigi La Magna.

(B. S.) Un caso originale di guasti alle fondazioni (*Le Génie Civil,* 25 febbraio 1939).

Si tratta di un edificio industriale a più piani, lungo 70 m. e largo 35 m., con ossatura in cemento armato e riempimento in mattoni comuni. Le fondazioni delle colonne sono in blocchi di calcestruzzo adagiati su terreno marnoso, a m. 2,50 di profondità, ma essendo il pavimento dell'edificio ottenuto con un riempimento dell'altezza di un metro, le fondazioni arrivano a m. 3,50 di profondità dal pianoterra.

Col passare degli anni, nella parte centrale dell'edificio si formarono delle screpolature, che si attribuirono in un primo tempo, all'assestamento del terreno, ma in seguito, si dovette invece constatare che la parte centrale dell'edificio si era elevata da 20 a 30 mm. ca. rispetto al livello primitivo.

Ed eccone le cause: nella parte centrale, al piano terreno, sopra un pavimento di sughero di 3 cm. di spessore, erano disposte diverse celle frigorifere che generavano una temperatura da

— 20° a — 30°, che si comunicò al terreno sottostante congelandolo. In otto anni detto congelamento era arrivato nel centro a m. 4,50 di profondità mentre diminuiva progressivamente sino a quasi scomparire sotto ai muri perimetrali dell'edificio (fig. 1). Sotto ai pilastri centrali si formò uno strato di ghiaccio dai 30 ai 40 mm. di spessore (fig. 2). La dilatazione di esso, aggiunta a quella del terreno gelato, agendo come martinetto, provocò il sollevamento dei pilastri.

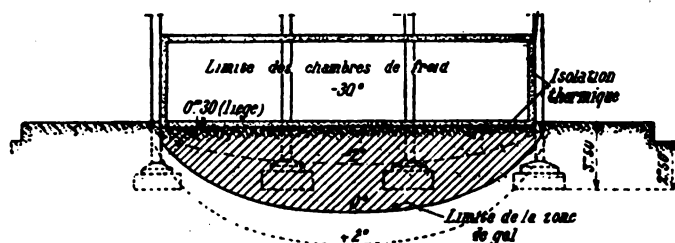



FIG. 1. — Curve isotermiche nel terreno al di sotto dell'edificio. (Limite des chambres de froid = limite delle celle frigorifere; liege = sughero; Isolation thermique = isolamento termico; Limite de la zone de gel = limite della zona di congelamento).

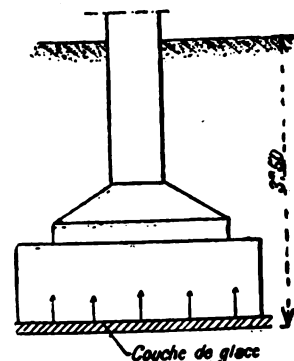



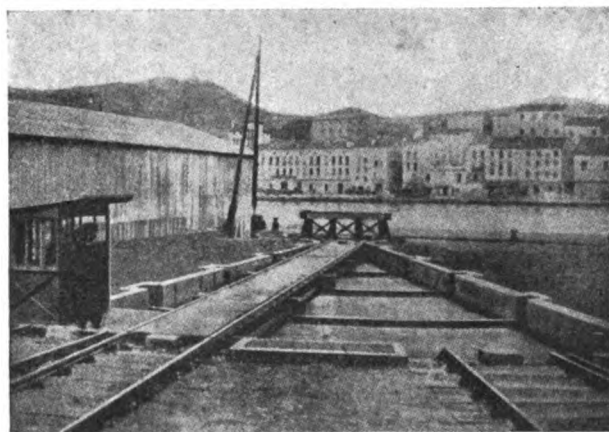
FIG. 2. — Effetto di uno strato di ghiaccio sotto un pilastro

Si calcolò sommariamente che in 60 anni il congelamento avrebbe raggiunto i 20 metri di profondità e che il tenue strato d'isolante adottato avrebbe avuto una trascurabile efficacia.

Per rimediare all'inconveniente, non si potè migliorare senz'altro lo strato di isolamento, perchè il disgelo avrebbe provocato il cedimento del terreno e danni ancora maggiori. Perciò, prima di modificare il funzionamento dei frigoriferi per ridare al terreno la sua temperatura normale, si assicurarono le fondazioni sottomurandole fin sotto la zona del gelo.

Questo fenomeno dimostra quale grande importanza abbia un appropriato sistema di isolamento, laddove vi sia un apporto continuo di calore o di freddo. — G. M. ROSSI.

(B.S.) Piattaforma a settore girevole di Port-Vendres (*Revue générale des chemins de fer*, 1° marzo 1939).

Per meglio valorizzare i vantaggi derivanti dalla felice posizione geografica di Port-Vendres agli effetti delle comunicazioni tra la Francia e i suoi possedimenti nord-africani, le istallazioni di questo porto sono state, negli ultimi dieci anni, notevolmente arricchite.

Tra le opere di maggior rilievo si deve annoverare la nuova Stazione Marittima costruita a cura delle Compagnie de Navigation Mixte, i cui impianti ferroviari si trovano in condizioni di particolare ristrettezza di spazio ed hanno richiesto l'adozione di soluzioni originali.

È notevole, a questo riguardo, una comunicazione tra i quattro binari di un fascio terminante a « cul di sacco », realizzata mediante una piattaforma a settore dell'ampiezza di circa 26°. Questa piattaforma, di cui si riproduce una vista in figura, permette alle locomotive in testa ai treni in arrivo su uno dei quattro binari del fascio, di essere spostate e inoltrate su uno degli altri tre binari e riprendere il loro servizio. Nella figura si vede anche il paraurti quadruplo, collocato all'estremità della piattaforma.

Essendo ben definito il servizio richiesto, è risultata inutile la costruzione di una piattaforma circolare del tipo ordinario, ingombrante e costosa, sia come impianto, sia come esercizio e manutenzione. Perciò la soluzione adottata può ritenersi soddisfacente tecnicamente ed economicamente.

La piattaforma è lunga m. 24 e permette lo spostamento di locomotive del peso di 200 t.

L'asse attorno al quale avviene la rotazione è calcolato per resistere anche alle spinte orizzontali prodotte dal moto delle locomotive entranti e uscenti

Il settore mobile è appoggiato alla fondazione mediante sei rotaie di guida da 46 kg. disposte ad arco di cerchio, ancorate alla fondazione stessa.

Queste guide rappresentano altrettanti appoggi per la travatura portante della piattaforma, la quale viene così a trovarsi nelle condizioni di una trave continua a 6 appoggi distanti circa 4.00 m. tra loro. In queste condizioni la trave portante avrà dimensioni relativamente piccole e difatti è costituita da due travi Differdingen 400×300×14.

La natura rocciosa del terreno di fondazione non ha imposto la soluzione di particolari problemi statici.

La manovra è elettrica con dispositivo ausiliario nel caso di mancanza di corrente e tutti gli organi di comando sono disposti nella cabina visibile a sinistra della figura. — LUIGI LA-MAGNA.

(B. S.) La nuova vettura verifica binari della Compagnia Cheasepeake & Ohio (*Railway Age*, 1° aprile 1939).

La compagnia americana Cheasepeake & Ohio ha messo in servizio una nuova vettura per la verifica dello stato dei binari, capace di registrare continuamente la curvatura, l'allineamento, il livello trasversale, la sopraelevazione, le irregolarità della superficie di rotolamento e i giunti bassi, nonchè naturalmente lo spazio, il tempo e i punti singolari della linea. Alcuni metodi di misura sono basati su princìpi nuovi.

FIG. 1. — Insieme della carrozza.

La vettura è del tipo a due carrelli, ciascuno a tre assi, è provvista di un posto d'osservazione frontale e di due laterali e contiene la sala apparecchi ed alcuni uffici per il personale. Essa può funzionare nei due sensi ed a qualsiasi velocità ragionevole.

L'elemento misuratore principale è costituito da un asse montato disposto in corrispondenza della mezzeria della vettura, fra i due carrelli estremi. Tale asse rotola sul binario ed è collegato al telaio del veicolo in modo da essere libero di spostarsi lateralmente e verticalmente e di ruotare intorno al suo asse longitudinale. Questi movimenti, che sono impressi all'asse dal binario stesso, vengono poi trasmessi per mezzo di aste provviste di giunti cardanici e a cannocchiale, agli apparecchi di registrazione, raccolti su una tavola provvista di otto stili scriventi su una zona di carta.

L'asse misuratore non può muoversi longitudinalmente o ruotare rispetto al suo asse verticale se non entro limiti assai ristretti. Il dispositivo di ancoraggio al telaio della vettura è costituito da due coppie di tiranti collegati fra loro mediante bilancieri e molle; esso permette i diversi movimenti dell'asse e funziona anche come apparecchio di richiamo, nel senso che

tende sempre a riportare l'asse nella sua posizione centrata. Essendo necessario che l'asse si mantenga sempre aderente al binario, ad esso è applicato un certo carico, per mezzo di molle e cuscinetti che non ostacolano i movimenti.

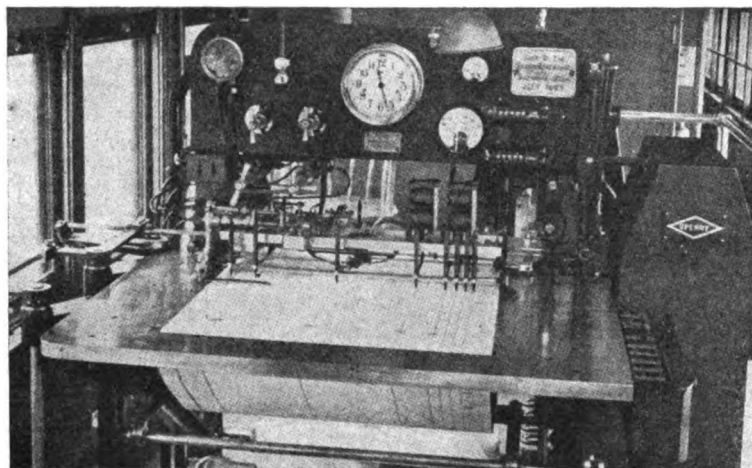



Fig. 2. — Tavolo con gli stili scriventi

La tendenza dell'asse a restare sempre centrato è utilizzata per misurare la curvatura del binario: infatti gli spostamenti laterali dell'asse sono uguali alle frecce degli archi di binario compresi fra i carrelli estremi.

La sopraelevazione nelle curve e il livello trasversale nei raccordi sono misurati mediante l'inclinazione trasversale dell'asse mobile rispetto alla direzione orizzontale fornita da un giroscopio.

Le irregolarità della superficie di rotolamento sono indicate dal sollevarsi ed abbassarsi dell'asse mobile rispetto ai carrelli portanti. Però i giunti bassi vengono rilevati indipendentemente dalle altre variazioni verticali in base all'alzarsi ed abbassarsi delle ruote centrali di uno dei

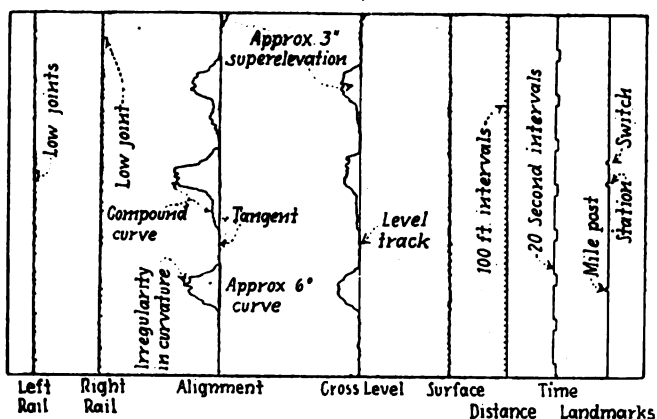



Fig. 3. — Zona di registrazione.

carrelli a tre assi, rispetto alle ruote laterali. Questi movimenti relativi sono misurati per mezzo di un'apparecchiatura idraulica costituita da uno stantuffo moventesi in un cilindro pieno di un liquido incompressibile e sono trasmessi agli stili con lo stesso sistema. È previsto uno di tali apparecchi per ciascuna delle due ruote centrali di un carrello e un opportuno dispositivo assicura, per mezzo di compensazioni, che la pressione del liquido rimanga costante, e sia indipendente dalle variazioni di volume prodotte dalle variazioni termiche.

Il tempo viene registrato ogni 20 secondi e lo spazio ogni 200 piedi (61 m.), i punti singolari della linea vengono segnalati per mezzo di pulsanti a mano manovrati da due osservatori posti ai due lati della vettura.

Nella sala apparecchi è montato un quadro con due lampadine gialle (una per ciascuna rotaia), due rosse ed una bianca. Per mezzo di contatti elettrici applicati agli stili, quando si passa sopra un giunto basso più di 1/4 di pollice (6,3 mm.), si accende la corrispondente lam-

pada gialla, quando si passa sopra un giunto basso più di 1/2 pollice (12,7 mm.), si accende una lampada rossa, e finalmente quando si tratti di una irregolarità del livello maggiore di 1/2 pollice, si accende la lampada bianca. Contemporaneamente suonano campanelli di tono diverso. Inoltre i punti bassi e le irregolarità del livello sono contati automaticamente da un contatore magnetico.

La vettura è provvista di motogeneratore a 110 V. che può alimentare le macchine calcolatrici, gli apparecchi di proiezione ecc.

Il progetto della vettura è stato studiato con l'intento di realizzare la massima semplicità e robustezza di costruzione: le poche parti delicate sono opportunamente protette.

Il controllo e la taratura degli apparecchi si esegue facilmente collocando la vettura su un binario perfetto ed orizzontale e verificando la posizione degli stili rispetto alle corrispondenti linee di base. Per il modo con cui sono eseguite le misure, gli errori inevitabili sono piccolissimi.

I diagrammi ottenuti forniscono una guida sicura per l'eliminazione dei difetti del binario e per l'esecuzione dei lavori d'armamento e permettono di rilevare il progressivo miglioramento delle linee. — G. ROBERT.

(B. S.) Risultati d'esercizio di un impianto di caldaia a 85 at. (*Schweizerische Bauzeitung*, 8 aprile 1939).

La cartiera van Geldern (Paesi Bassi) ha installato 4 anni addietro un nuovo gruppo di caldaie col quale ha fatto le seguenti esperienze. Si tratta di 4 Babock, cadauna per 34 t/h. di potenza massima continua e 40 t/h. di potenza massima a 75 at. e di una turbina a 65 at. di 3500 kW., la quale assieme con altre due turbine, dell'impianto principale, a 18 at. per 3500 e 7000 kW. devono fornire tutta la energia motrice della fabbrica. Per il riscaldamento, viene prelevato vapore di 1,5 at. Le caldaie anche con tiraggio naturale hanno una produzione molto elevata per superficie riscaldante di 100 Kg/mq. h.

Mentre la caldaia dell'impianto principale, compreso l'economizzatore (preriscaldamento sino alla temperatura di saturazione di 290°) ed il termosifone, lavoravano senza inconvenienti per tutto il tempo d'esercizio, con questo nuovo impianto si produssero delle difficoltà che però si poterono eliminare completamente.

Il surriscaldatore è composto di due parti fra le quali è inserito un raffreddatore di vapore, il quale dovrebbe raffreddare, per metà carico, da 460° a 450° C. e per pieno carico da 490° a 450° C., l'aspiratore è sottoposto ad un forte logorio, in conseguenza della grande velocità con la quale viene attraversato dalle particelle, di cenere. Dopo 4 mesi a pieno esercizio, le palette della sua ruota girante erano foracchiate.

La griglia mobile si arrestava alcune volte subito dopo l'accensione, perchè le travi laterali della incasellatura, raffreddate, premevano verso l'interno, contro i tubi. Dopo circa 3000 sino a 6000 ore i suoi elementi erano talmente incrostati da richiedere una nuova pulizia. Per la massima produzione di vapore, la griglia chiedeva 410.000 kcal/mq.: h.; il tenore di CO_2 si poteva mantenere senz'altro al 16 %.

Queste condizioni di combustione provocavano una forte fusione delle scorie ostacolando la condotta d'aria del tiraggio, mentre l'asportazione di esse danneggiava la muratura in refrattario. Il deposito di cenere nell'economizzatore e nel separatore, era inaspettatamente grande e cioè del 6 % del consumo di combustibile. Questa cenere veniva immessa nuovamente nel focolare da tre punti, frammischiata ad aria. Si dovette modificare la regolazione delle caldaie, così che ora i soli motori per i ventilatori e della griglia dipendono direttamente dalla pressione della caldaia, mentre l'aspirazione si regola a seconda del tiraggio nel focolare. Un serio inconveniente produsse la mancata possibilità di controllo del livello d'acqua, per lo scoppio di un tubo. La pressione di

70 at. apportò molte difficoltà, in parte causate dall'insudiciamento della sede delle valvole di sicurezza, dall'irregolare riscaldamento del corpo in acciaio fuso della valvola e dall'accorciamento delle molle. Le saracinesche molto difficilmente si mantengono ermeticamente chiuse ad elevate pressioni, perchè lo strato nitrurato presenta, dopo poco tempo, delle incrinature.

La purificazione chimica dell'acqua funzionava regolarmente ed anche lo strato sottile d'incrostazione nei tubi e nella caldaia superiore, consistente principalmente in fosfato, veniva facilmente asportato dal movimento vorticoso dell'acqua durante la carica della griglia. Per eliminare i sali, si scaricavano continuamente ca. il 2 % dell'alimentazione, mentre il vapore di scarico passava per l'economizzatore. L'acqua fresca di alimentazione veniva depurata, riducendo la durezza da 4,1°, a circa 2° e con l'aggiunta automatica di fosfato e di solfato sodico, portata a 0,5° ed in seguito a diluizione con condensato, portata ad una residuale durezza minore di 0,1°.

Dopo 8 mesi le palette della turbina erano spezzate a causa dell'irregolare carico della prima ruota girante. Si dovettero ridurre a rinforzare dette palette, unendole a gruppi. Infine, all'inizio della messa in moto della turbina, si constatarono notevoli incrostazioni sulle palette causate dai sali dell'acqua d'alimentazione della caldaia e perciò si ridusse il suo coefficiente di soda, da 300 a 150, l'eccesso in fosfato, da 400 a 20 ed il solfato sodico da 700 a 400. — G. M. Rossi.

(B. S.) Conglomerato armato con fili di acciaio ad alta resistenza (*Annali dei Lavori Pubblici*, aprile 1939).

Per il contributo autarchico delle costruzioni in cemento armato, i materiali metallici sono stati ridotti al massimo in modo da non poter essere sostituiti con altri materiali nazionali. Perciò attualmente si ha la tendenza di usare acciai speciali in tensione che consentono maggiori carichi di sicurezza, con minor impiego di materiale.

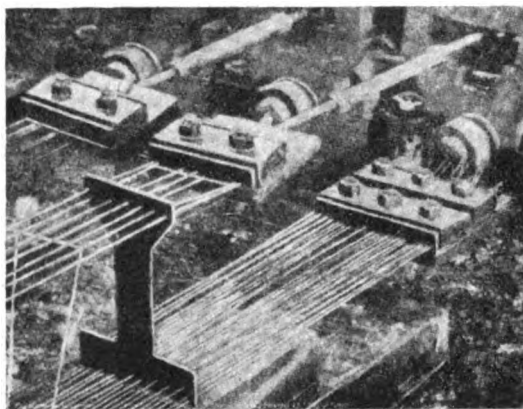



Fig. 1. — Per la messa in tensione, i fili sottili vengono presi in adatte morse. Le diverse travi sono divise da sezionatori pieni di sabbia in modo che al disarmo si possano tagliare facilmente.

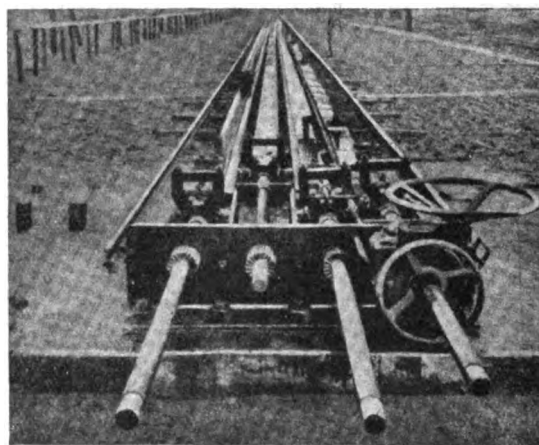



Fig. 2. — Apparecchio per la messa in tensione dei fili

Ma anche queste costruzioni, seppure eseguite con conglomerati di ottima qualità non hanno potuto del tutto evitare le lesioni permanenti del conglomerato nella zona tesa. Con ciò anche queste strutture sono condannate a deteriorarsi in conseguenza dell'azione diretta degli agenti atmosferici.

L'ing. Hoyer di Berlino ha brevettato un sistema di armamento che esclude la formazione di dette lesioni. Egli impiega, al posto dei tondini di diametro corrente, fili di acciaio speciale, come quelli usati per corde da pianoforte, del diametro di non più di 3 mm. i quali sopportano carichi di sicurezza di 12.000 kg/cmq. Tuttavia l'elevato numero di fili nelle strutture

presenta delle difficoltà d'ordine pratico per la loro messa in tensione. Il procedimento usato dall'ideatore è il seguente:

I fili, disposti nel modo dovuto, vengono fissati ad una estremità su una piastra fissa e fatti passare per diaframmi, come si vede nella figura 1, e dall'altra estremità assicurati in una morsa di tenditore, con la quale sono sottoposti sino alla massima tensione — controllata con dinamometro — che è prevista per la struttura alla quale devono servire.

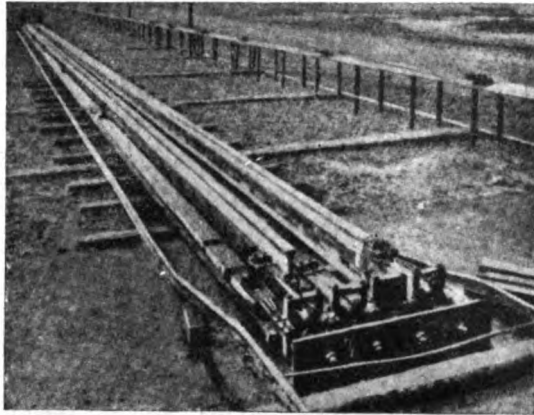



FIG. 3. — Apparecchi di serraggio dei fili all'altra testata del banco.

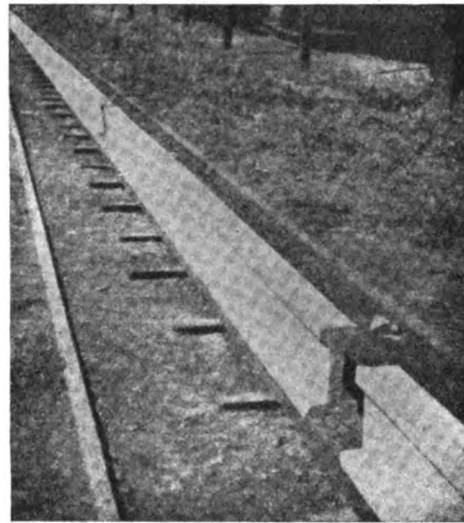



FIG. 4. — La separazione delle singole travi.

Fatta la gettata con conglomerato di cemento ad alta resistenza, adottando buone granulometrie e costipandolo mediante vibratori, così da raggiungere resistenze, alla compressione anche superiore ai 600 kg/cmq., e stagionata la presa, si liberano i fili dai tenditori (figure 2 e 3).

I fili, liberati dalla tensione, si accorciano e di conseguenza si rigonfiano più accentuatamente alle estremità — p. e. un filo di 1 mm. di diametro subisce una contrazione laterale di ca. 1,1 % - formando due ancoraggi a cuneo che se avvengono sulla lunghezza anche di solo 3 o 4 cm. evitano l'uso degli usuali uncini, presentando tuttavia una notevole resistenza allo scorrimento e provocando nella zona tesa del conglomerato una sollecitazione alla compressione di esso. Così quando la struttura viene sottoposta al massimo carico, in detta zona le sollecitazioni si eliminano.

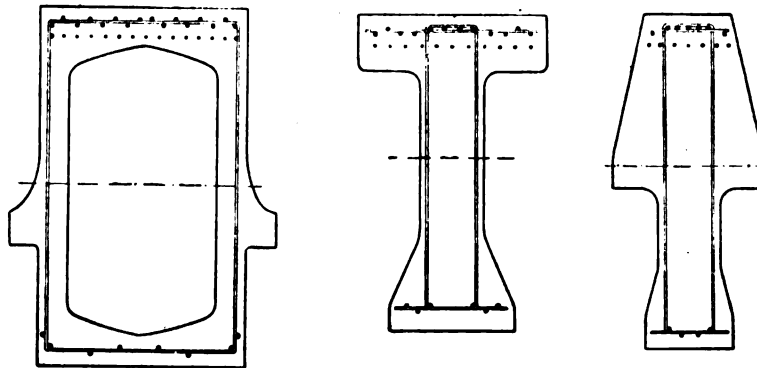



FIG. 5. — Vari tipi di sezione.

Essendo l'armatura metallica molto distribuita, il conglomerato viene quasi uniformemente sollecitato in tutta la sezione. L'armatura così è predisposta per far sopportare alla struttura le peggiori condizioni di carico prevedibili.

Strutture armate con tale procedimento si possono costruire in opera, ma il vero vantaggio si ha per la costruzione di elementi fuori opera (travi, pilastri).

Praticamente si pongono i fili, lunghi anche più di 100 metri, nella dovuta posizione e tensione, delimitando con diaframmi la lunghezza delle travi e lasciando da trave a trave uno spazio di 4-5 cm., che si riempie di sabbia, poi si getta il conglomerato e dopo il suo stagionamento, si toglie la sabbia e si tagliano i fili per ottenere le singole travi (fig. 4).

Le sezioni dei travi possono essere varie (fig. 5) e si usa l'accorgimento di disporre dei fili anche nella zona di compressione del conglomerato per evitare che le travi s'incurvino quando sono ancora fuori opera.

I risultati ottenuti furono superiori ad ogni aspettativa. Importanti e severe esperienze hanno dimostrato che solai costruiti con questo sistema si comportano ottimamente e realizzano una economia in ferro che può raggiungere il 90 % e ciò senza scapito della stabilità. Si evita in modo assoluto il formarsi di lesioni permanenti, sia pure capillari, nella zona tesa con ottime garanzie per la stabilità nel tempo. Indubbiamente si richiede particolare cura e ottimo materiale per il conglomerato. Travi sovracaricate e fortemente lesionate hanno rinchiuso perfettamente le lesioni dopo scaricate; così che avvenuta una rottura in una sezione, — per strappo dei fili e senza scorrimento — lesioni verificatesi in altre sezioni si sono richiuse istantaneamente.

Furono eseguite prove di vibrazioni con circa 9,260.000 alternative di carico e scarico senza alcuna lesione.

Oltre che nell'edilizia si intravedono altre possibilità di applicazioni, ad esempio per le traversine ferroviarie. Comunque, questo sistema è largamente approvato da tutti gli Enti competenti della Germania che ne auspicano la diffusione. — G. M. Rossi.

(B. S.) Come può essere utilizzata la statistica internazionale delle ferrovie dell'U. I. C. (*Inżynier Kolejowy*, aprile 1938).

Fondandosi sulla « Statistica internazionale delle Ferrovie », pubblicata dall'U. I. C. (Union Internationale des Chemins de Fer), l'A. discute i risultati tecnici ed economici per l'anno 1936 delle principali ferrovie europee, nonchè, in qualche caso, di quelle degli Stati Uniti d'America e dell'U. R. R. S.; confrontando nello stesso tempo tali risultati con quelli dell'anno 1929, che fu il più favorevole del dopoguerra e con i risultati del periodo 1932-1933, che egli giudica il meno favorevole.

L'articolo merita di essere segnalato, perchè dimostra quali miniere inesauribili di dati interessanti siano le statistiche pubblicate dall'U. I. C.

Per brevità riporteremo solo, a titolo di esemplificazione, due delle numerose tabelle, e rimandiamo all'articolo originale per quanto riguarda le altre tabelle e specialmente i commenti e le interpretazioni e le conseguenze che è dato trarre dai dati riportati.

Per le ferrovie inglesi e francesi in qualche caso sono stati riportati separatamente anche i risultati di qualcuna delle reti maggiori; per l'Inghilterra si hanno i dati della compagnia più importante (L.M.S.); per la Francia, quelli delle antiche ferrovie dello Stato (État) e della P.L.M.

Facciamo precedere la spiegazione delle sigle adottate per le diverse amministrazioni ferroviarie:

Germania: Deutsche Reichsbahn (D.R.B.).
Francia: (État) e (P.L.M.).
Inghilterra: Le quattro grandi compagnie (London - North Eastern Railway L.M.S.).
Italia: Ferrovie Stato (F. S.).
Polonia: Ferrovie Stato (P.K.P.).
Rumenia: Ferrovie dello Stato (C.F.R.).
Belgio: Ferrovie dello Stato (C.F.B.).
Stati Uniti: U.S.A.

Percorrenze dei treni sulle linee a scartamento normale.

FERROVIE	Percorrenza totale (in migliaia di treni/Km.)			Rapporto percentuale rispetto alla percorrenza totale, del		Rapporto percentuale rispetto alla percorrenza totale		
	1929	1932-33	1936	movimento viaggiatori	movimento merci	trazione a vapore	trazione elettrica	con automotrici
D. R. B.	677.227	610.370	768.445	65,5	34,5	86,5	8,5	5,–
Francia	455.752	425.775	425.520	—	—	—	—	—
,, Etat. . .	70.226	68.733	73.243	63,7	36,3	89,7	4,7	5,6
,, P. L. M. .	122.113	113.252	116.262	69,9	30,4	92,5	1,3	6,2
Inghilterra. . . .	626.076	599.495	653.961	—	—	—	—	—
,, L. M. S.	245.026	230.880	253.933	64,3	35,7	94,5	5,4	0,1
P. K. B.	125.627	93.532	106.120	60,5	39,5	96,9	0,1	3,0
F. S.	145.673	132.598	146.939	64,4	35,6	59,8	2,5	7,7
C. F. R.	55.235	47.510	61.668	64,2	35,8	100,–	—	—
C. F. B.	74.572	70.046	80.443	71,5	28,5	94,1	2,4	3,5

Quantità di locomotive per scartamento normale.

FERROVIE	Numero di locomotive						Numero di locomotive per 100 Km. di linea	
	Totale		a vapore		elettriche			
	1932	1936	1932	1936	1932	1936	1932	1936
D. R. B.	21.148	20.474	20.750	19.955	398	519	40	38
Francia	20.080	18.645	19.544	17.982	536	663	—	—
,, Etat. . .	3.590	3.407	3.551	3.344	39	63	41	38
,, P. L. M. .	5.679	5.625	5.642	5.588	37	37	59	58
Inghilterra. . . .	20.809	19.823	19.544	17.982	13	13	—	—
,, L. M. S.	8.223	7.660	8.223	7.660	—	—	74	70
P. K. P.	5.347	5.224	5.347	5.218	—	6	30	29
F. S.	6.082	5.758	5.187	4.633	895	1.125	38	35
C. F. R.	2.292	3.549	2.292	3.549	—	—	22	34
C. F. B.	3.876	3.675	3.876	3.675	—	—	79	76
U. S. A.	51.641	44.979	50.903	44.162	738	817	13	12

F. BAGNOLI.

(B. S.) Costo di esercizio degli autobus per viaggiatori (*Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen,* 30 marzo 1939).

Si tratta di un'indagine eseguita per ordine del Ministro tedesco delle Comunicazioni. È molto difficile stabilire il costo di esercizio degli autoveicoli a causa delle molte circostanze che lo influenzano.

Per semplicità è stato necessario limitare l'inchiesta ad una certa categoria di autoveicoli e ad un certo tipo di prestazioni, perciò si sono considerati soltanto agli autoveicoli piccoli. Per

questi è risultato che il costo medio di esercizio oscilla fra 97 e 125 RM. al mese (da 742 a 956 lire circa) per una percorrenza di 15000 Km. all'anno.

Queste cifre, che devono intendersi non comprensive degli interessi e dell'ammortamento del capitale, non forniscono però il limite inferiore e superiore del costo di esercizio, ma indicano soltanto quanto all'incirca costa, in condizioni normali, la maggioranza degli autoveicoli piccoli.

Dovrebbe pertanto riuscire possibile, a un certo numero di esercenti, di mantenersi al disotto del minore valore indicato. Come limite inferiore si ritiene che possa assumersi il costo di 60 RM. (460 lire) al mese per prestazioni di 15.000 Km. all'anno, e di 43 RM. (330 lire) per 10.000 Km.

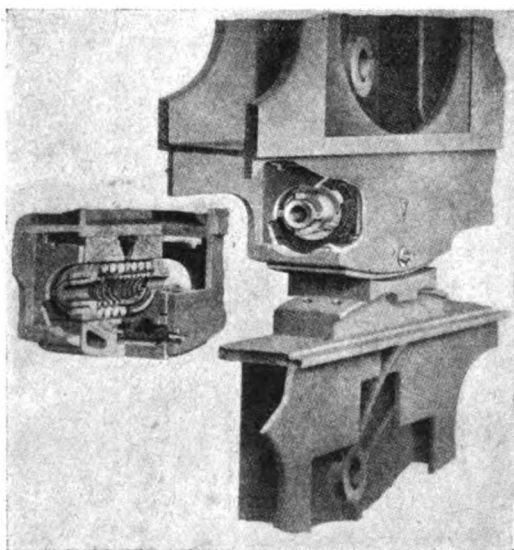
Considerate nelle sue grandi linee, le variazioni del costo d'esercizio negli ultimi anni sono state le seguenti: aumento soltanto del costo dei combustibili (che peraltro danno luogo alla spesa maggiore), nella misura di circa il 15 % e diminuzione delle altre spese: i prezzi di acquisto sono diminuiti di circa il 25 %, la manutenzione del 40 ÷ 50 %, le spese per riparazioni quasi della metà, le tasse sono abolite e le spese di assicurazione sono ridotte.

Le previsioni sono favorevoli a un'ulteriore diminuzione, ma forse bisogna attendere perchè attualmente risulta che la maggior parte dei rami dell'industria degli autotrasporti è in preparazione o ricostruzione. — G. Robert.

(B. S.) Diminuzione delle vibrazioni delle locomotive (*Railway Age,* 4 febbraio 1919).

È noto che buona parte delle oscillazioni delle locomotive è dovuta in primo luogo alla impossibilità di eliminare la lentezza dei collegamenti fra macchina e tender e in secondo alle masse dotate di moto alternativo non equilibrate. Finora il mezzo di collegamento fra macchina e tender è stato, in America, il respingente radiale a cuneo, oppure il respingente a molla, la cui inadeguatezza è divenuta notevole con l'avvento delle alte velocità.

Alcuni anni fa la Compagnia Franklin Railway Supply progettò ed applicò a molte locomotive il respingente radiale automatico E 2 (figura), basato su due princìpi: 1) completa eliminazione dei giuochi nei collegamenti fra macchina e tender; 2) utilizzazione di organi a frizione a molla, capaci di opporre alta resistenza alle forze di compressione fra i due veicoli. In tal modo la macchina e il tender diventano praticamente un tutto unico.

Recentemente sono state eseguite alcune corse di prova per confrontare sperimentalmente il comportamento del nuovo e del vecchio tipo di respingente. I rilievi furono fatti per mezzo di un apparecchio registratore d'urti e di vibrazioni applicato alla locomotiva. Nella prima serie di corse di prova fu adoperata una locomotiva tipo 482 provvista di respingente vecchio tipo; la seconda serie fu eseguita due giorni dopo con la stessa locomotiva munita del nuovo respingente, con lo stesso orario e sullo stesso binario, che era in ottime condizioni: la velocità in entrambi i casi è stata di circa 83 Km/h.

I diagrammi ricavati mostrano che le vibrazioni della macchina nella seconda serie di prove sono state molto minori. Le oscillazioni verticali sono risultate ridotte della metà; quelle laterali

dovute alle masse alternative hanno subito una riduzione del 66 % e le accelerazioni verticali sono diminuite del 62 %. Ciò dimostra le eccezionali qualità smorzatrici del respingente E 2.

Senza infirmare l'opportunità di ottenere, nel progetto delle locomotive, il migliore equilibramento possibile, le prove hanno dimostrato come un adatto respingente che formi della macchina e del tender un tutto unico, possa assorbire l'effetto delle masse non compensate, e, nello stesso tempo, diminuire il disagio del personale di macchina e le spese di manutenzione.

Inoltre lo smorzamento dovuto al respingente, potrebbe suggerire la possibilità di attuare un'ulteriore diminuzione della percentuale delle masse reciproche equilibrate, il che farebbe diminuire l'effetto dinamico e le tensioni nel binario. — G. Robert.

(B. S.) Traiettoria verticale di un asse isolato moventesi su un binario (*Engineering*, 17 febbraio 1939).

Lo studio teorico e sperimentale di cui si tratta fu eseguito allo scopo di chiarire in che modo la corsa di un asse lungo un binario è influenzata dalle caratteristiche di questo (qualità della massicciata, rigidezza della rotaia, forma delle giunzioni, ecc.) nonchè dal peso delle ruote e dalla velocità. Tutte le ricerche furono fatte considerando quattro diverse velocità: 0, 45, 91 e 137 Km./h.

Per stabilire l'influenza della massicciata furono prese in esame quattro diverse qualità di essa, a partire da una assolutamente anelastica fino ad una la cui compressibilità elastica sia straordinariamente grande.

Per inquadrare il problema in termini matematici, era necessario un preventivo processo di schematizzazione, perciò si è supposto che la massicciata cedesse in modo perfettamente proporzionale al carico; inoltre, nello studio delle traiettorie sui giunti si è ammesso che la rotaia fosse sostenuta solo da 8 appoggi (4 per ciascun lato del giunto) e nello studio delle traiettorie alle diverse velocità sono stati trascurati gli effetti d'inerzia delle rotaie perchè piccoli in confronto di quelli del pesante asse.

La maggior parte dei calcoli si riferisce alla rotaia inglese unificata, pesante circa 47 Kg/ml.. Tuttavia, a scopo di confronto, fu presa in esame anche una rotaia ideale, il doppio più rigida.

Relativamente ai giunti su piastrone lungo, si è trovato sperimentalmente che l'inflessione di essi corrisponde a quella di un tratto di rotaia normale lungo 60 cm. mentre per i giunti su piastrone corto la corrispondente lunghezza di rotaia è risultata di 167 cm. Quanto alla massicciata, il rapporto fra 2 W (peso totale gravante su un appoggio, espresso in tonn.) e y (cedimento espresso in pollici) è stato assunto nella forma $2\ W = p\,y$, ove, per i diversi tipi di massicciata considerati p assume i valori: ∞, 250, 125 e 62,5. Fra questi, $p = 125$ corrisponde alla massicciata di elasticità normale, $p = 250$ e $p = 62{,}5$ corrispondono rispettivamente a massicciate anormalmente rigide e cedevoli, e $p = \infty$ rappresenta il caso teorico della rigidezza assoluta.

Dai calcoli risulta che, quanto più la massicciata è cedevole, tanto più limitata è l'entità dei movimenti verticali dell'asse. Così, mentre con l'appoggio rigido l'entità dello spostamento verticale è 0,000607 . W, con la massicciata soffice ($p = 62{,}5$) lo spostamento si riduce a 0,000174 . W D'altra parte quanto maggiore è la cedevolezza della massicciata, tanto più grande è la conca di depressione nella quale discende a bassa velocità.

Usando una rotaia più rigida si può ottenere una diminuzione sia dell'entità dei movimenti verticali che della profondità della « buca » nella quale l'asse discende.

Tali vantaggi si riferiscono però tuttavia a velocità piccolissime, e resta da vedere fino a che punto essi continuano a farsi sentire quando intervengono gli effetti dinamici.

Se un asse montato disposto su un binario viene abbassato al disotto del livello di equilibrio statico e quindi rilasciato, esso subisce oscillazioni verticali la cui frequenza dipende dalla massa dell'asse e dall'elasticità della massicciata e delle rotaie. Normalmente il cedimento elastico della massicciata è tanto grande, in confronto con quello della rotaia, che la frequenza delle

oscillazioni è quasi indipendente dalla posizione dell'asse e perciò varia di poco a seconda che l'asse sia disposto su un appoggio o sulla mezzeria fra due appoggi. Peraltro quando l'asse corre lungo il binario, si possono produrre fluttuazioni della pressione della ruota ad ogni passaggio su un appoggio, e se esse sincronizzano con le oscillazioni proprie, si può verificare la risonanza e le oscillazioni possono divenire violente.

Se gli appoggi sono rigidi la frequenza delle oscillazioni verticali dipende molto dalla posizione istantanea dell'asse: man mano che esso si avvicina a un appoggio la frequenza tende a diventare infinitamente alta e questa estrema variabilità garantisce dal pericolo della risonanza. Su appoggi sostenuti rigidamente gli effetti dinamici sono dunque insignificanti anche a velocità elevata, cosicchè l'oscillazione di un asse viaggiante a 137 Km/h differisce poco da quella di un asse procedente a passo d'uomo.

Lasciando da parte il caso anormale degli appoggi assolutamente rigidi risulta che i meriti comparativi delle massicciate soffici o dure sono talvolta contrastanti. La massicciata soffice con la maggioranza delle velocità, dà luogo a minori movimenti e accelerazioni verticali dell'asse, ma c'è una velocità critica alla quale le oscillazioni vengono molto aumentate, e, se il binario è compressibile più dell'ordinario (p = 62,5) questa velocità critica càpita proprio fra quelle usuali.

D'altra parte, con una massicciata molto rigida (p = 250) sebbene il rotolamento non sia altrettanto dolce, la velocità critica è tanto forte che verrebbe raggiunta raramente, se pure lo fosse.

L'adozione di una rotaia più rigida permetterebbe di conseguire maggiore dolcezza di rotolamento e di aumentare la velocità critica, inoltre, anche se questa fosse raggiunta, l'ampiezza e l'accelerazione del movimento verticale sarebbero considerevolmente minori di quelle indotte nella rotaia normale, anche essendo le velocità critiche minori. La rotaia più rigida permetterebbe in definitiva di conseguire tutti i vantaggi relativi alla massicciata cedevole senza subire alcuno dei corrispondenti incovenienti.

Le precedenti conclusioni relative agli effetti generali prodotti dal variare delle caratteristiche del binario ed ai vantaggi che possono ottenersene, possono essere considerati con fiducia dato che risultano concordemente tanto dalla analisi teorica che dalle ricerche sperimentali. Per esempio, la conclusione teorica che il movimento verticale di un asse dovuto all'azione degli appoggi cresce con la velocità, mentre quello dovuto ai giunti diminuisce, è chiaramente confermata sia dai vibrografi che dagli accelerografi.

I valori delle accelerazioni ricavati teoricamente sono generalmente minori dei massimi registrati dagli apparecchi, ma ciò è giustificato dal fatto che i calcoli teorici si riferiscono a un binario in condizioni perfette.

Per poter trarre conclusioni generali circa il comportamento dei diversi tipi di massiciate, di rotaie e di giunzioni, bisognerebbe sperimentare in condizioni perfettamente identiche. Ora è appunto l'impossibilità di raggiungere tale uniformità che rende tanto difficile il trarre conclusioni generali dalle osservazioni sperimentali. L'importanza degli esperimenti consiste nel confermare i risultati delle indagini teoriche e, qualora si riscontri una concordanza soddisfacente si può lasciare alla teoria il compito di generalizzare.

Come appunto è stato fatto nel caso presente. — G. ROBERT.

Formano oggetto di recensione i libri inviati alla Rivista in doppio esemplare. Quelli che pervengono in semplice esemplare sono soltanto registrati nella Bibliografia mensile.

Ing. NESTORE GIOVENE, *direttore responsabile*

Stabilimento Tipografico Armani di M. Courrier – Roma, via Cesare Fracassini, 60

BIBLIOGRAFIA MENSILE FERROVIARIA

LUGLIO 1939-XVII

PERIODICI

LINGUA ITALIANA

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane.

1939 621 . 335 . 4

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 293.

A. D'ARBELA. Le automotrici elettriche (Elettromotrici) Tipo ALE delle Ferrovie dello Stato, pag. 22, fig. 35, tav. 2.

1939 624 . 2 . 012 . 4

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 316.

T. GUALDI. Il sottovia Principe Umberto a Firenze, pag. 11 ½, fig. 6, tav. 2.

1939 621 . 18

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 330.

VIERI ROMEI. La nuova Centrale termica di Venezia, pag. 7, fig. 7, tav. 1.

1939 385 . (09

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 315 (Informazioni).

Le ferrovie transcontimentali, pag. ¼.

1939 656 . 22 (.43

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 329 (Informazioni).

Le velocità ferroviarie in Germania dopo la guerra, pag. ½.

1939 624 . 194

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 329 (Informazioni).

Progetto di una galleria sotto lo stretto di Corea.

1939 624 . 155 . 15

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 337 (Libri e Riviste).

Locomobile per la posa di pali, pag. ½, fig. 1.

1939 621 . 134 . 5

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 337 (Libri e Riviste).

Locomotiva turbo-elettrica dell'Union Pacific, pag. 2, fig. 3.

1939 656 . 2 . 082

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 339 (Libri e Riviste).

Prove di sviamento sulle ferrovie del Sud-Africa, pag. 2, fig. 1.

1939 656 . 22

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 341 (Libri e Riviste).

Trasporto, conforto e velocità, pag. ½.

1939 625 . 241

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 342 (Libri e Riviste).

Nuovo carro piatto della portata di 180 tonn., figura 1.

1939 621 . 132 . 7

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 342 (Libri e Riviste).

Una nuova locomotiva Beyer-Garrat 2-D-1 per le S.A.R., pag. 2 fig. 2.

1939 620 . 191

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 344 (Libri e Riviste).

La corrosione dei pali e l'indebolimento delle strutture, pag. 2, fig. 1.

1939 621 . (431 . 72: 13)

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 346 (Libri e Riviste).

Locomotive Diesel e locomotive a vapore con direttissimi, pag. 1 ½.

1939 625 . 143 . 48 (.73)

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 347 (Libri e Riviste).

Punti di vista americani sul comportamento delle lunghe rotaie saldate, pag. 5.

L'Industria italiana del cemento.

1939 624 . 093 . 043

L'Industria italiana del Cemento, aprile, pag. 109.

M. GIORGETTI. Dimensionamento economico delle sezioni rettangolari inflesse, pag. 7, fig. 1, tav. 1.

L'Energia Elettrica.

621 . 18
1939 621 . 311 . 2

L'Energia Elettrica, marzo, pag. 181.

G. BELLUZZO. La pressione più conveniente nei moderni impianti a vapore, pag. 9, fig. 10.

1939 621 . 332 . 23 . 025 . 6

L'Energia Elettrica, marzo, pag. 217.

E. SOLERI. La protezione contro le corrosioni elettrolitiche e le nuove raccomandazioni del C.C.T.E., pag. 12, fig. 7.

1939 536 . (4 + 7)

L'Energia Elettrica, marzo, pag. 229.

F. LICENI. Le nuove tavole del vapore d'acqua, pag. 3, fig. 2.

L'Elettrotecnica.

1939 621 . 33 (.45

L'Elettrotecnica, 25 aprile, pag. 319.

C. CARLI. Lo sviluppo ed i risultati della elettrificazione ferroviaria in Italia, pag. 7, fig. 7.

621 . 33
1939 625 . 62

L'Elettrotecnica, 25 maggio, pag. 382.

E. MARCHINI. Sull'energia per le tranvie Urbane, pag. 2, fig. 2.

LINGUA FRANCESE

Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer.

1939 656 . 2

Bull. du Congrès des ch. de fer, maggio, pag. 397.

GOURSAT. Quel est l'aspect sous lequel, du point de vue de l'intérêt général comme de celui des Réseaux de chemins de fer, doivent être dorénavant envisagés les problèmes de simplification de l'exploitation? (Question II de la Réunion élargie de la Commission permanente à Bruxelles du 6 au 9 juillet 1939). Rapport (Grands Reseaux continentaux sauf la Belgique), pag. 10.

1939 656 . 2
Bull. du Congrès des ch. de fer, maggio, pag. 407.
Lo Balbo (Dr. P.). Quel est l'aspect sous lequel, du point de vue de l'intérêt général comme de celui des Réseaux de chemins de fer, doivent être dorénavant envisagés les problèmes de simplification de l'exploitation? (Question II de la Réunion élargie de la Commission permanente à Bruxelles du 6 au 9 juillet 1939). Rapport (Chemins de fer secondaires), pag. 6.

1939 625 . 142 . 2 & 625 . 142 . 3
Bull. du Congrès des ch. de fer, maggio, pag. 413.
Leonhard. Traverse métallique ou traverse en bois?, pag. 11.

1939 621 . 331 (.44)
Bull. du Congrès des ch. de fer, maggio, pag. 424.
Dumas (J.). Les sous-stations de traction électrique de la ligne de chemin de fer de Paris au Mans et leur commande centralisée, pag. 16, fig. 14.

1939 621 . 135 . 4
Bull. du Congrès des ch. de fer, maggio, pag. 441.
Avenmarg. Circulation en courbe des locomotives à plusieurs essieux accouplés, pag. 4 ½, fig. 6.

1939 669
Bull. du Congrès des ch. de fer, maggio, pag. 445.
Guillet (L.). Les alliages légers et leur classification, pag. 16, fig. 2.

1939 621 . 13 (.42) & 669 (.42)
Bull. du Congrès des ch. de fer, maggio, pag. 461.
Métallurgie d'une locomotive à grande vitesse, pag. 31, fig. 19.

1939 62 . (01 & 669 . 1
Bull. du Congrès des ch. de fer, maggio, pag. 492.
J. Merklen et E. Vallot. La nécessité des essais de fragilité en vue de l'emploi des aciers au carbone, pag. 3 ½.

1939 621 . 133 . 3
Bull. du Congrès des ch. de fer, maggio, pag. 496.
Compte rendu bibliographique. — Handbuch für Kesselprüfer, bearbeitet von Fachleuten der Deutschen Reichsbahn (Manuel pour la surveillance des chaudières, rédigé par des spécialistes de la Reichsbahn), pag. ½.

1939 625 . 1 (02
Bull. du Congrès des ch. de fer, maggio, pag. 496.
Compte rendu bibliographique. — Elsners Taschen-Jachrbuch für den bautechnischen Eisenbahndienst (Manuel Elsner pour le service de la Voie des chemins de fer), 1939 (17e année), pag. ½.

Revue Générale des Chemins de fer.

1939 385 . 091 (44)
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 243.
Legoux. Cent'ans de banlieue. — La banlieue Ouest, pag. 43, fig. 69.

1939 385 . 091 (63)
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 286.
Le Chemin de fer franco-éthiopien de Djibouti à Addis Abeba, pag. 6 ½, fig. 10.

1939 625 . 23 (44)
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 293.
Taffin de Givenchy. Voitures métalliques de grandes lignes de la Région du Nord, pag. 10, fig. 9.

1939 656 . 21 (44)
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 303.
Goua. Equipement économique d'une gare de voie unique située sur una ligne parcourue par des express, pag. 7, fig. 6.

1939 621 . 132 (44)
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 310.
Informations. — Les locomotives à vapeur 150-P., pag. 1 ½, fig. 1.

1939 385 . 064 (73)
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 311.
Informations. Exposition internationale de New-York 1939, pag. 2, fig. 3.

1939 385 . 091 (44)
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 313.
Informations. — Les efforts de la S.N.C.F. au cours de sa première année d'existence, pag. 1/2.

1939 385 . 06
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 313.
Informations. — La prochaine session de la Conférence internationale des grands réseaux électriques, pag. ½.

1939 385 . 091 (43)
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 314.
Les Chemins de fer à l'étranger. L'avenir des Chemins de fer, pag. 1.

1939 621 . 33 (45)
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 315.
Les Chemins de fer à l'étranger. L'autarchie et la traction des Chemins de fer en Italie, pag. 2 ½, fig. 1.

1939 625 . 151 (42)
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 317.
Les Chemins de fer à l'étranger. La bifurcation de Newcastle sur le L.N.E.R., pag. ½, fig. 1.

1939 656 . 212 . 8 (43)
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 318.
Les Chemins de fer à l'étranger. Estacade roulante pour le transbordement de marchandises, pag. ½, fig. 3.

1939 621 . 132 . 4
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 318.
Les Chemins de fer à l'étranger. Nouvelles locomotives Beyer-Garratt 2-4-1 + 1-4-2 pour les Chemins de fer sud-africains, pag. ½, fig. 2.

1939 621 . 335 . 2
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 319.
Les Chemins de fer à l'étranger. La locomotive turbo-électrique de l'Union Pacific Rd., pag. ½, fig. 1.

1939 621 . 335 . 2 (43)
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 320.
Les Chemins de fer à l'étranger. Locomotive électrique à très grande vitesse série E-19 des Chemins de fer allemands, pag. ½, fig. 1.

***

1939 621 . 431 . 72 . 3 (43)
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 321.
Les Chemins de fer à l'étranger. Automotrices électriques rapides à 2 éléments pour les Chemins de fer allemands, pag. 3, fig. 15.

1939 625 . 23 (42)
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 324.
Les Chemins de fer à l'étranger Nouveaux trains Coronation du L.M.S., pag. 1 ½, fig. 4.

1939 625 . 233 (73)
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 325.
Les Chemins de fer à l'étranger. L'éclairage fluorescent des voitures, pag. ½, fig. 1.

1939 625 . 245
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 326.
Les Chemins de fer à l'étranger. Transport de wagons sur route, pag. ½, fig. 4.

1939 625 . 245 . 3 (494)
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 327.
Les Chemins de fer à l'étranger. Nouveaux fourgons-postaux suisses, pag. 1, fig. 4.

1939 625 . 241 (73)
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 328.
Les Chemins de fer à l'étranger. Wagons plats entièrement soudés pour le Milwaukee, pag. ½, fig. 3.

1939 625 . 245 (42)
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 328.
Les Chemins de fer à l'étrnge. Wagons compartimentés pour le G. W. R., pag. ½, fig. 1.

1939 625 . 245 . 8
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 329.
Les Chemins de fer à l'étranger. Wagons à bestiaux pour les chemins de fer Sud-Africains, pag. ½, fig. 1.

1939 625 . 212 . 5
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 329.
Les Chemins de fer à l'étranger. Rafraîchissage des bandages de roues par soudure et meulage, pag. ½, fig. 4.

1939 625 . 151
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 330.
Les Chemins de fer à l'ètranger. Chauffage des aiguilles à l'air chaud, pag. ½, fig. 1.

1939 625 . 137
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 330.
Les Chemins de fer à l'éntranger. Le nouveau pont des Chemins de fer fédéraux suisses sur l'Aar à Berne, pag. ½, fig. 2.

1939 625 . 131 . 2
Revue Générale des Chemins de fer, aprile, pag. 331.
Les Chemins de fer à l'étranger. Etablissement de remblais sur des terrains marécageux, pag. 1, fig. 5.

Les Transports modernes

1939 621 . 431 . 72
Les Trasports modernes, febbraio, pag. 23.
E. Valat. Esquisse d'une théorie de la locomotive Diese-electrique, pag. 4.

Revue Générale de l'Electricité.

1939 621 . 18
Revue Générale de l'Electricité, 15 aprile, pag. 472.
Des efforts qui prennent naissance dans les tubes de chaudières fortement chaufféss, pag. 2 ½, fig. 4.

1939 621 . 315 . 056 . 4
Revue Générale de l'Electricité, 22 aprile, pag. 516.
J. L'Hermitte. Vibrations de conducteurs d'énergie électrique recouverts d'une couche de givre, pag. 2.

Traction nouvelle

1939 621 . 33 (.44)
Traction Nouvelle, marzo-aprile, pag. 44.
R. Barillot. Electrification Tour-Bordeaux, pag. 8, fig. 18.

1939 621 . 132
Traction Nouvelle, marzo-aprile, pag. 54.
Ph. Tongas. 50 nouvelles Decapod, pag. 2, fig. 2.

1939
Traction Nouvelle, marzo-aprile, pag. 66.
M. A. Julien. Le caoutchouc, matériau antivibrant dans la locomotion moderne, pag. 4, fig. 16.

LINGUA TEDESCA

Elektrotechnische Zeitschrift.

1939 621 . 34: 529 . 78
Elektrotechnische Zeitschrift, 11 maggio, pag. 561.
J. Baltzer. Entwicklung und Stand der elektrischen Uhren seit 1919, pag. 4.

1939 621 . 316 . 1 . 018/. 019
Elektrotechnische Zeitschrift, 11 maggio, pag. 565.
W. Lanbenheimer. Die Energieübertragung bei parallelarbeitenden Kraftwerken mit Berücksichtigung des Stabilität der Kupplungsleitungen, pag. 3 ½, fig. 9.

1939 518 . 3: 621 . 3
Elektrotechnische Zeitschrift, 18 maggio, pag. 585.
F. Zimmermann. Fluchtlinientafeln in der ETZ, Theorie und Anwendungen, pag. 5, fig. 16.

1939 621 . 331 : 625 . 628 . 5
Elektrotechnische Zeitschrift, 25 maggio, pag. 633.
Erneurung der Hamburger Stadt und Vorortbahn, pag. ½.

LINGUA INGLESE

Engineering.

1939 621 . 74
Engineering, 28 aprile, pag. 511.
E. Ronceray. Economic foundry production, pag. 2 ½, fig. 4.

1939 621 . 33 : 621 . 3 . 78
Engineering, 12 maggio, pag. 564.
Some incidentals to railway electrification, pag. 1.

1939 621 . 431 . 72
Engineering, 19 maggio, pag. 601.
Diesel trains for suburban service on the Argentine State Railways, pag. 1, fig. 5.

The Railway Gazette

1939 621 . 431 . 72
The Railway Gazette. Diesel Ry. Traction Supplement, 17 marzo, pag. 38.
The Lysholm. Smith hydraulic transmission, pag. 3, fig. 5.

1939 621 . 431 . 72
The Railway Gazette. Diesel Ry. Traction Supplement, 17 marzo, pag. 49.
American Diesel-electric streamliners, pag. 3, fig. 2.

Rubrica dei fornitori ed appaltatori

Elenco delle ditte che possono produrre e fornire articoli vari od appaltare lavori per le Ferrovie dello Stato (Servizio Approvvigionamenti, Servizio Materiale e Trazione, Servizio Lavori), nonchè per le Ferrovie Secondarie e per le Pubbliche Amministrazioni.

ACCIAI:

ACCIAIERIE E FERRIERE LOMBARDE FALCK, Corso Littorio 6, MILANO. — *Ogni prodotto siderurgico.*

ACCIAI STYRIA SOC. AN. ITAL., Corso di Porta Nuova 48, MILANO.
Acciai speciali legati e non legati per utensili e da costruzione per ogni esigenza d'impiego.

A.S.S.A. ACCIAIERIE DI SUSA SOC. AN., Via Alfieri 4, TORINO.

BERETTA & BARTOLI - TRAFILERIA - S. A. Via Bramante, 36-38, MILANO.
Acciai calibrati, rettificati, lapidati di precisione e d'altri metalli per tutte le industrie.

ILVA - ALTI FORNI E ACC. D'ITALIA. V. Corsica, 4, GENOVA.
Acciai laminati per rotaie, travi, ferri, profilati speciali per infissi, travi ad ali larghe.

METALLURGICA OSSOLANA, VILLADOSSOLA.
Acciaio trafilato, acciaio lucido fucinato in verghe tonde, piatte, quadre.

S. A. I. ACCIAI ALPINE, Via Ugo Bassi 1, MILANO, tel. 690.944.
Acciai speciali comuni, barre, lamiere semilavorate, ecc.

S. IT. ERNESTO BREDA, Via Bordoni, 9, MILANO.
Acciai comuni e speciali in lingotti, blooms, billette, barre e profilati.

S. A. NAZIONALE « COGNE » - Direzione Gen., Via San Quintino 28, TORINO. Stabilimenti in Aosta - Miniere in Cogne, Valdigna d'Aosta, Gonnosfanadiga (Sardegna). Impianti elettrici in Valle d'Aosta.
Acciai comuni e speciali, ghise e leghe di ferro.

ACCUMULATORI ELETTRICI:

ANSALDO S. A. - GENOVA CORNIGLIANO.

ACCUMULATORI DOTTOR SCAINI, S. A., MILANO.
Accumulatori di qualsiasi tipi, potenza e applicazione.

FABBRICA ITALIANA MAGNETI MARELLI, Cas. Post. 34-00, MILANO.
Accumulatori elettrici per tutti gli usi: Moto, auto, trazione, illuminazione treni, stazionarie, per sommergibili.

SOC. IT. ACCUMULATORI « NIFE », Piazza Portello, GENOVA.
Accumulatori alcalini al ferronichel.

ACIDO BORICO:

SOC. BORACIFERA DI LARDERELLO, V. della Scala, 58-a, FIRENZE.
Acido borico greggio e raffinato.

ALIMENTARI:

LACCHIN G. - SACILE. *Uova, vini.*

AMIANTO:

SOC. ITALO-RUSSA PER L'AMIANTO - LEUMANN (TORINO).
Qualsiasi manufatto comprendente amianto.

APPARECCHIATURE ELETTRICHE:

ANSALDO S. A. - GENOVA CORNIGLIANO.

« ADDA » OFF. ELETTR. E MECCANICHE. Viale Pavia, 3, LODI.
Apparecchiature elettriche per alte medie e basse tensioni. Trasformatori.

C.I.C.A.E.S.A., Via Melchiorre Delfico 33, MILANO.
Apparecchiature elettriche alta e bassa tensione, morsetterie normali e speciali, quadri cassette stagno.

COMPAGNIA GENERALE DI ELETTRICITÀ. Via Borgognone, 34, MILANO. — *Apparecchiature e quadri speciali per servizio di trazione.*

FEDERICO PALAZZOLI & C. INDUSTRIA ELETTROTECNICA, Via N. Tommaseo 20, BRESCIA.
Apparecchiature elettriche industriali moderne per bassa tensione, accessori, apparecchi e fanaleria in ghisa per industrie, marina, mercantile e da guerra, interruttori pacco, interruttori, commutatori, invertitori stella, triangolo a mano, teleruttori e salvamotori a rottura in aria e in olio.

FANTINI ALBERTO & C., S. A., Via Giovanni da Milano, 15, MILANO.
Teleruttori. Termostati. Pressostati. Elettrovalvole. Controlli automatici per frigoriferi e bruciatori di nafta.

GARRUTI GIOVANNI - VERGATO (Bologna). *Apparecchiature elettriche, coltelli. Separatori, armadietti in lamiera, ecc.*

LA TELEMECCANICA ELETTRICA - ING. LURIA & GREGORINI, Montefeltro 10, MILANO.
Apparecchi comando protezione motori elettrici.

MAZZI ALBERTO. Via Alfani 88. FIRENZE.
Apparecchi di misura e contatori forniture elettriche in genere.

S. IT. ERNESTO BREDA, Via Bordoni, 9, MILANO.
Apparecchiature elettriche complete per alte ed altissime tensioni.

S. A. Ing. IVO FERRI, Via Zamboni 18, BOLOGNA.
Costruzioni Elettromeccaniche.

SOC. ACC. SEMPLICE SALTERIO & C. già SALTERIO & DE LUCA. Via Pier Lombardo 6, MILANO.

SOC. AN. COMMERCIALE MATERIALI ELETTROMECCANICI, Via Filippo Palizzi 116, MILANO. — *Applicazioni elettromeccaniche con elementi corazzati Calrod.*

SOC. AN. ING. L. AUDOLI. Via Tarino, 6-bis, TORINO.
Interruttori automatici - teleruttori - telesalvamotori - quadri di comando.

SOCIETÀ INDUSTRIA ELETTROTECNICA REBOSIO BROGI & C., Via Mario Bianco, 21, MILANO.
Costruzione di materiali per trazione elettrica.

APPARECCHIATURE IN FERRO PER T. E.:

ANSALDO S. A. - GENOVA CORNIGLIANO.

FERRIERE DI CREMA P. STRAMEZZI & C., CREMA. *Morsette ed apparecchiature per linee telefoniche, telegrafiche ed eletriche in genere.*

METALLURGICA OSSOLANA, VILLADOSSOLA.
Apparecchiature per T. E. in ferro di acciaio zincato.

APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE:

SOC. ACCOMANDITA « IKONTA », Corso Italia 8, MILANO.
Proiettori e apparecchi ovali a specchio Zeiss per stazioni ferroviarie, parchi ferroviari, apparecchi illuminazione per ufficio.

SOC. ITALIANA PHILIPS, Via S. Martino, 20, MILANO.
Apparecchi per illuminazione razionale.

« SUPER LUX » (di ALDO OREFFICE), S. Moisè 2052, VENEZIA. Telefono 22.470. — *Apparecchi, impianti, luce indiretta.*

TRANI - ROMA, Via Re Boris di Bulgaria ang. Via Gioberti, telef. 40-644.
Forniture generali di elettricità.

APPARECCHI DI PROTEZIONE ELETTRICA:

PICKER ING. G., V. Tadino, 1, MILANO.
Relais Buchholz, protezione, segnalazione guasti trasformatori.

APPARECCHI DI SEGNALAMENTO E FRENI:

OFF. MECC. DI SAVONA SERVETTAZ-BASEVI. SAVONA.
Impianti di segnalamento ferroviario, elettro-idrodinamici e a filo.

COMP. ITALIANA WESTINGHOUSE, Via Pier Carlo Boggio, 20, TORINO.

S. IT. ERNESTO BREDA, Via Bordoni 9, MILANO.
« Distributore Breda per freno continuo automatico ».

APPARECCHI DI SOLLEVAMENTO:

ANSALDO S. A. - GENOVA CORNIGLIANO.

BADONI ANTONIO, S. A., Casella Postale 193, LECCO.

CERETTI & TANFANI S. A., V. Durando, 10, MILANO-BOVISA.
Apparecchi di sollevamento.

FABBRICA ITAL. PARANCHI « ARCHIMEDE », Via Chiodo 17, SPEZIA
Paranchi « Archimede », Argani, Gru, Riduttori e moltiplicatori di velocità. Ingranaggi fresati e conici.

OFF. MECC. DI SAVONA SERVETTAZ-BASEVI, SAVONA.
Impianti di sollevamento e di trasporto.

OFF. NATHAN UBOLDI ZERBINATI, Viale Monte Grappa, 14-A - MILANO. (OFF. BOVISA E MUSOCCO).

S.A.B.I.E.M. - Via Emilia Ponente 133 (S. Viola) BOLOGNA.
Gru elettriche, ascensori e montacarichi.

S. A. COSTRUZIONI FERROVIARIE E MECCANICHE - Stab. AREZZO
Grue a mano, eletriche, a vapore, di ogni portata. Elevatori.

S. I. C. A. I., Corso Venezia 61, MILANO.
Impianti di sollevamento minerali alla rinfusa.

V.I.R.T.A. Via E. Breda, 120, MILANO.
Paranchi elettrici - Macchinario per gru di ogni sistema.

APPARECCHI DI TRASPORTO:

ANSALDO S. A. - GENOVA CORNIGLIANO.

CERETTI & TANFANI S. A., V. Durando, 10, MILANO-BOVISA.
Trasportatori elevatori.

FENWICK SOC. AN., Via Settembrini, 11, MILANO.
Carelli elevatori trasportatori elettrici ed a mano.

S.A.B.I.E.M. - Via Emilia Ponente 133 (S. Viola) BOLOGNA.
Carrelli elettrici.

S. I. C. A. I., Corso Venezia 61, MILANO.
Impianti trasporto materiali alla rinfusa.

APPARECCHI REGISTRATORI GRAFICI:

LANDIS & GYR, S. A. - ZUG (Svizzera). Rapp. per l'Italia Ing. Carlo Lutz, Corso Re Umberto 30, TORINO.
Apparecchio « Maxigraphe » (marca depositata).

OFF. ELETTROTECNICHE ITALIANE ING. V. ARCIONI, Via Accademia 12, MILANO.

APPARECCHI IGIENICI:

OFF. MECC. DI SAVONA, SERVETTAZ-BASEVI, SAVONA.
Apparecchi igienici.

SOC. CERAMICA RICHARD-GINORI. V. Bigli, 1 - MILANO.
Articoli d'igiene in porcellana opaca, lavabi, cluset, ecc.

APPARECCHI TERMOTECNICI:

« LA FILOTECNICA », ING. A. SALMOIRAGHI, S. A., Via R. Sanzio, 5 - MILANO.

ARTICOLI TECNICI:

CASELLI GIUSEPPE, Via Monte di Pietà 1-A, MILANO.
Catene, filtri, imbiancatrici, iniettori, manometri, oliatori, pompe, rubinetteria, termometri, valvoleria.

ARREDAMENTO VETTURE:

REINA ZANARDINI, Via Solari 32, MILANO.
Arredamento ed apparecchi d'illuminazione per vetture ferroviarie - Locomotori e stazioni.

ASCENSORI E MONTACARICHI:

S.A.B.I.E.M. SOC. AN. BOLOGNESE IND. ELETTRO-MECCANICHE. Via Emilia Ponente 133, (S. Viola), BOLOGNA. — *Ascensori, montacarichi, carrelli elettrici, gru, meccanica varia di precisione.*

S.A.F.O.V. (S. A. Fond. Off. Vanchiglia, Succ. G. Martina & Figli). Via Balbo 9, TORINO.

STIGLER OFF. MECC. SOC. AN., Via Copernico, 51, MILANO
Ascensori montacarichi.

ANNO XXVIII - VOL. LVI - N. 2. RIVISTA MENSILE Roma, 15 agosto 1939 (Anno XVII)

Abbonamento annuo: Pel Regno L. **72**; per l'Estero (U. P.) L. **120.** Un fascicolo separato rispettivamente **L. 7,50** e **L. 12,50**

Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

Quota annuale di associazione L. **36**

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA – Via delle Terme di Diocleziano, 90 – Telefono 44-303

SOMMARIO

Spedizione in abbonamento postale

BREDA

Anno XXVIII - Vol. LVI 15 Agosto 1939 - Anno XVII - N. 2

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla "Rivista„ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

Funivia Piano S. Umberto-Piano Rosà

Ingg. G. C. FUORTES e F. NOTARBARTOLO, dell' Ispettorato F. T. A.

(*Vedi Tavv. da II a IV fuori testo*)

Riassunto. — Dopo avere richiamato la prima funivia del Cervino e l'insieme dei mezzi di trasporto impiantati per la valorizzazione di quella Conca, l'articolo contiene una descrizione della nuova funivia che, in prosecuzione della prima, congiunge oggi Cervinia col Piano Rosà.

L'impianto è del tipo a fune traente unica con frenatura sulla portante e vagoncino di soccorso manovrato da apposita fune.

La nuova funivia è la più alta di Europa (m. 3480); ha una campata ch'è la più lunga attualmente esistente (misurata sulla corda m. 1900); la sua velocità d'esercizio è la più alta finora raggiunta (6,30 m/s).

In fondo all'articolo sono dati brevi cenni sui lavori con particolare riguardo al montaggio delle funi.

Col 12 marzo si è aperta all'esercizio la nuova funivia Plan Maison-Piano Rosà che rappresenta il completamento di quella Breuil-Plan Maison, già descritta nel numero di novembre 1936 di questa rivista e di cui qui di seguito si richiamano le principali caratteristiche (Tav. II).

Fig. 1. — Stazione di Cime Bianche col suo costone in roccia.

La funivia ha origine dal Breuil (oggi Cervinia) a quota 2025 e con direzione verso nord-est termina sopra un poggio detto Plan Maison (oggi Piano S. Umberto) a quota 2550. Essa è suddivisa in tre campate da due cavalletti intermedi. È del tipo a va e vieni della ditta Ceretti e Tanfani di Milano, con stazione inferiore di rinvio e tensione e stazione superiore motrice; a due vie parallele di corsa; con fune portante unica su ciascuna via; due vet-

ture, una per ciascuna via in movimento opposto; trazione mediante l'anello delle due funi traente e zavorra, e riserva costituita dall'anello della fune freno.

Per le comunicazioni dirette fra le due stazioni è tesa, fra le medesime, una linea telefonica; per le comunicazioni e segnalazioni fra la stazione motrice e le vetture sono tese fra le due stazioni funi di segnalazione, una per ogni via di corsa.

Il dislivello fra i marciapiedi delle due stazioni è di m. 525 e la lunghezza di esercizio secondo l'inclinazione è di m. 1915, corrispondente a m. 1837 di lughezza orizzontale, con una campata massima della lunghezza inclinata di m. 1089 ed orizzontale di m. 1054,75.

La nuova funivia Piano S. Umberto-Piano Rosà termina ai cippi di confine con la Svizzera e completa la linea funiviaria ricadente in territorio italiano.

Trenta metri più a valle dalla stazione superiore in territorio svizzero, da una località facilmente accessibile, si dipartirà una « autoslittovia » — oggi in corso di attuazione — che raggiungerà la località di Gandegg-Hutte attraversando tutto il ghiacciaio del Teodulo.

Dalla Gandegg-Hutte una nuova funivia, in avanzato corso di progettazione, raggiungerà la stazione di Riffelberg, stazione intermedia della ferrovia del Gornergrat.

In tal modo, tra breve tempo, si avrà, a mezzo di arditi impianti, un nuovo collegamento italo-svizzero ampiamente sfruttabile dal punto di vista turistico e sportivo.

La nuova funivia risulta oggi la più alta di Europa ed ha anche una campata, l'ultima di m. 190, che è la più lunga attualmente esistente.

Notevoli sono state le difficoltà incontrate dalla S. A. Officine di Savigliano per la costruzione dell'impianto.

Di esse, dopo una descrizione dell'impianto, si darà nel presente articolo un breve cenno.

Prima di terminare queste premesse, si accenna che a completamento degli impianti esistenti nella conca del Cervino vi sono i seguenti altri impianti:

1) Slittovia del Giomein che dal Piazzale di Cervinia raggiunge le pendici del dosso Giomein.

2) Sciovia delle Cime Bianche che dall'Alpe Bardoneg presso Cervinia sale nella direzione del Colle delle Cime Bianche.

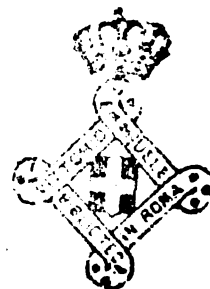
3) Slittovia del Teodulo che dalle morene sovrastanti Piano S. Umberto raggiunge il colle del Teodulo.

Inoltre di pari passo con l'impianto delle suddette vie di trasporto si va completando l'organizzazione turistica della conca del Breuil con l'ampliamento e la sistemazione del tratto di strada Castiglione Dora-Valtornenza che collega la vallata del Cervino con la Statale Aosta-Torino e l'organizzazione alberghiera con la costruzione di nuovi grandi esercizi.

Le caratteristiche generali dell'impianto (Tav. II).

La nuova funivia ha origine dalla stazione superiore di Piano S. Umberto (il vecchio Plan Maison) della funivia già in esercizio. Con direzione verso est sorpassa il lago Tramaille, e raggiunge la stazione intermedia di Cime Bianche alla quota 2814 ed alla prog. 2119,94. Quivi il tracciato, facendo un angolo con la precedente direzione

		TRONCO	
		Inferiore	Superiore
Quota marciapiede stazione inferiore	m.	2553,10	—
Quota marciapiede stazione intermedia	»	2823,45	2823,45
Quota marciapiede stazione superiore	»	—	3474,30
Dislivello fra i marciapiedi delle stazioni estreme	»	291,20	
Numero dei cavalletti di sostegno intermedi		2	1
Quota di appoggio della fune portante:			
Stazione inferiore	m.	2558 —	—
Cavalletto N. 1	»	2646,90	—
Cavalletto N. 2	»	2693 —	—
Avanstazione intermedia	»	2826,85	2827,05
Cavalletto N. 3.	»	—	2899,75
Avanstazione superiore	»	—	3477,60
Lunghezza orizzontale fra gli appoggi della fune portante:			
1ª Campata	m.	706,92	—
2ª Campata	»	551,14	—
3ª Campata	»	868,88	—
4ª Campata	»	—	243,81
5ª Campata	»	—	1770,85
Lunghezza di esercizio orizzontale	»	2126,94	2014,66
Lunghezza di esercizio lungo la portante scarica	»	2146,17	2126,81
Pendenza della linea (media per mille)	»	127,1	323,1
Lunghezza totale orizzontale fra gli appoggi delle funi portanti alle stazioni estreme	»	4141,60	
Lungo la portante scarica sviuppati	»	4272,98	
Dislivello fra gli appoggi estremi	»	919,60	
Altezza dei cavalletti sopra le fondazioni:			
Cavalletto I	»	40,12	—
Cavalletto II	»	30,01	—
Cavalletto III	»	—	30 —
Vetture	n.	1	1
Peso totale a vuoto	Kg.	1317 —	1317 —
Numero persone compreso il conduttore		30	30
Sci	Kg.	390 —	290 —
Peso totale massimo delle vetture cariche in tutti i casi	»	3857 —	
Numero delle ruote dei carrelli		12 —	
Pressione massima per ruota del carrello		330 —	
Vagoncini di soccorso per ogni tratta	n.	1	
Peso a vuoto	Kg.	310 —	
Capacità massima persone	n.	6	
Peso a pieno carico	Kg.	760 —	
Velocità massima di marcia al secondo	m.	6,3	
Durata commerciale di un ciclo di percorso completo dei due tronchi in un senso: minuti primi		14′ 31″	
Rendimento orario massimo in ogni direzione per il primo tronco che per il secondo: persone		248	
Energia motrice elettrica trifase a 50 periodi fornita dalla Società S. I. P.:			
Potenza motore principale HP circa		140	
Potenza motore secondario HP circa		70	
Potenza del gruppo di riserva Diesel: HP nominali		120	
Potenza effettiva del gruppo tenuto conto dell'altitudine: HP circa		70	

1*

di 3,07 gradi centesimali, sorpassa per tutta la sua estensione il ghiacciaio di Valtournanche e raggiunge la stazione terminale di Piano Rosà alla quota 3480 circa ed alla progressiva 4134,60.

Vi sono quindi due distinti tronchi rettilinei e ciascuno di essi ha una sola via di corsa costituita da una fune portante ed una sola vettura in servizio di va e vieni.

Il sistema adottato nella nuova funivia è del tipo Bleichert Zuegg, cioè con frenatura sulla portante, invece di quello con la fune freno usato dalla Ceretti e Tanfani nella prima funivia Cervinia-Piano S. Umberto. E ciò si è verificato indipendentemente dalla tendenza che oggi si va manifestando ad abbandonare il sistema delle tre funi — la stessa Ceretti e Tanfani lo ha pure scartato nella sua ultima funivia del Monte Faloria — principalmente per evitare l'impianto di un maggior numero di funi.

Nel nostro caso le tre funi in servizio non si sarebbero potute adoperare perchè, data l'altitudine ed i venti impetuosissimi spesso imperversanti, si sarebbero facilmente verificate delle accavallature delle funi stesse; mentre il sistema Bleichert-Zuegg riduce le funi in opera e permette il distanziamento di esse (Tav. II).

Le due funi portanti sono contrappesate a valle ed ancorate a monte.

La stazione inferiore è di tensione per i due anelli traente-zavorra e di soccorso e per la portante del tratto inferiore; la stazione intermedia è la stazione motrice ed ha il meccanismo di tensione della portante del tronco superiore; la stazione superiore ha i meccanismi di rinvio dei due anelli traente-zavorra e di soccorso.

Il movimento delle due vetture sui rispettivi tronchi avviene contemporaneamente dalle stazioni estreme verso la stazione intermedia e viceversa. In quest'ultima stazione, dove avviene il trasbordo dei viaggiatori, le due vetture si fermano esattamente in corrispondenza l'una dell'altra.

Per le comunicazioni telefoniche e per le segnalazioni sono utilizzate le funi traente-zavorra, quella di soccorso e le due funi portanti.

STAZIONE INFERIORE (Vedi Tav. III).

Per tale stazione è stato costruito un nuovo corpo di fabbricato in aggiunta a quello già preesistente per la stazione superiore della vecchia funivia.

Esso consta quindi soltanto dell'avanstazione e dei locali necessari per i meccanismi di tensione e di rinvio in quanto la sala d'aspetto ed i servizi inerenti sono conglobati con quelli già all'uopo esistenti.

Il meccanismo di tensione della fune portante si trova in un fosso a parte, facente sempre corpo unico col resto del fabbricato, facilmente accessibile e fornito di illuminazione.

L'attacco della portante al contrappeso non è del tipo adottato nella prima funivia e cioè con attacco diretto della portante al contrappeso mediante apposita carrelliera (vedasi fascicolo di novembre 1936 di questa Rivista). Tale sistema, o altro ad esso analogo, non si è potuto adottare per il fatto che avrebbe apportato un aumento notevole dell'altezza del fabbricato, che è già abbastanza alto, per le caratteristiche stesse del profilo di progetto della linea funiviaria.

Tale notevole altezza non sarebbe risutata compatibile con la necessità di collegare esteticamente la nuova costruzione a quella preesistente.

Nella funivia in esame l'attacco del contrappeso alla portante è ottenuto mediante un sistema di due bilancieri collegati da due funi flessibili.

La fune portante, opportunamente guidata, all'ingresso della stazione, da due guide in acciaio rivestite di bronzo è collegata ad un bilanciere mediante giunto a testa fusa. Dal bilanciere si dipartono, anch'esse con testa fusa, alla distanza di 20 cm. l'una dall'altra le due flessibili che rinviate da due puleggie del diametro di mm. 2500, con gola guarnita e montate su cuscinetti a rulli, sono collegate all'asta del contrappeso mediante altro bilanciere analogo al precedente.

Il sistema adottato permette il sostegno del contrappeso anche in caso di sfilamento di una tenditrice, essendo appunto le due funi flessibili indipendenti l'una dall'altra.

Esso inoltre comporta una maggiore semplicità di costruzione e permette con lo sdoppiamento della fune flessibile — che risulta in conseguenza di diametro più ridotto rispetto alla fune unica — di ottenere rapporti più favorevoli dei diametri delle funi e dei fili elementari rispetto ai diametri delle corrispondenti puleggie. Il minor diametro della flessibile poi procura un minor tormento della fune stessa.

Il contrappeso, costituito da un cassone in cemento armato cavo nella parte superiore per l'introduzione del carico, è di tonnellate 42. La sua massima escursione è di m. 4,53 mentre la corsa effettivamente disponibile è di m. 6.

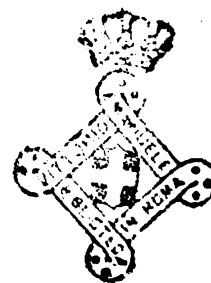
Anteriormente al pozzo del contrappeso della portante ed immediatamente dietro all'avanstazione, trovansi i meccanismi di tensione e di rinvio degli anelli della traente-zavorra e della fune di soccorso, con sistemazione analoga in ambedue i casi. I due anelli vengono rinviati, a mezzo di carrucole, a due volanti verticali di rinvio, i quali possono scorrere con dei pattini su delle guide tipo ascensore e costituiscono, con l'aggiunta di opportuno peso addizionale, gli stessi contrappesi. Quello dell'anello traente-zavorra è del peso di Kg. 14000 ed ha una escursione massima di m. 7,92 con una corsa effettivamente disponibile di m. 12.

Quello della fune di soccorso è costituito dallo stesso peso della meccanica (chilogrammi 5400) cui è normalmente aggiunto un contrappeso addizionale di Kg. 2000 che si può tagliere manovrato con argano a mano, per abbassare, in caso di necessità, la fune di soccorso onde utilizzarla al trasporto dei carrelli di soccorso od al trascinamento delle vetture guaste in stazione.

Il contrappeso della traente-zavorra è munito di due ammortizzatori di corsa, sia per la salita che per la discesa. Essi si sono dimostrati di grande efficacia specie durante le frenature brusche.

Trattandosi di una innovazione apportata dalla Società costruttrice in un impianto funiviario, si riporta qui di seguito una particolareggiata descrizione di tali ammortizzatori.

Quello che entra in funzione allorquando il contrappeso scende, è composto di un grosso tubo metallico, ancorato al pavimento del pozzo del contrappeso stesso, e riempito di olio incongelabile. La sua lunghezza è di oltre 8 metri corrispondenti alla corsa del contrappeso (fig. 2).

All'interno del tubo sopra detto scorre un pistone del peso di oltre Kg. 400, munito nella sua faccia inferiore, di una valvola, che si apre quando il pistone scende e rimane chiusa quando questo sale.

Sulla faccia superiore al pistone sono solidamente fissate due funi metalliche del tipo chiuso, che a mezzo rinvio superiore vanno ad agganciarsi al contrappeso.

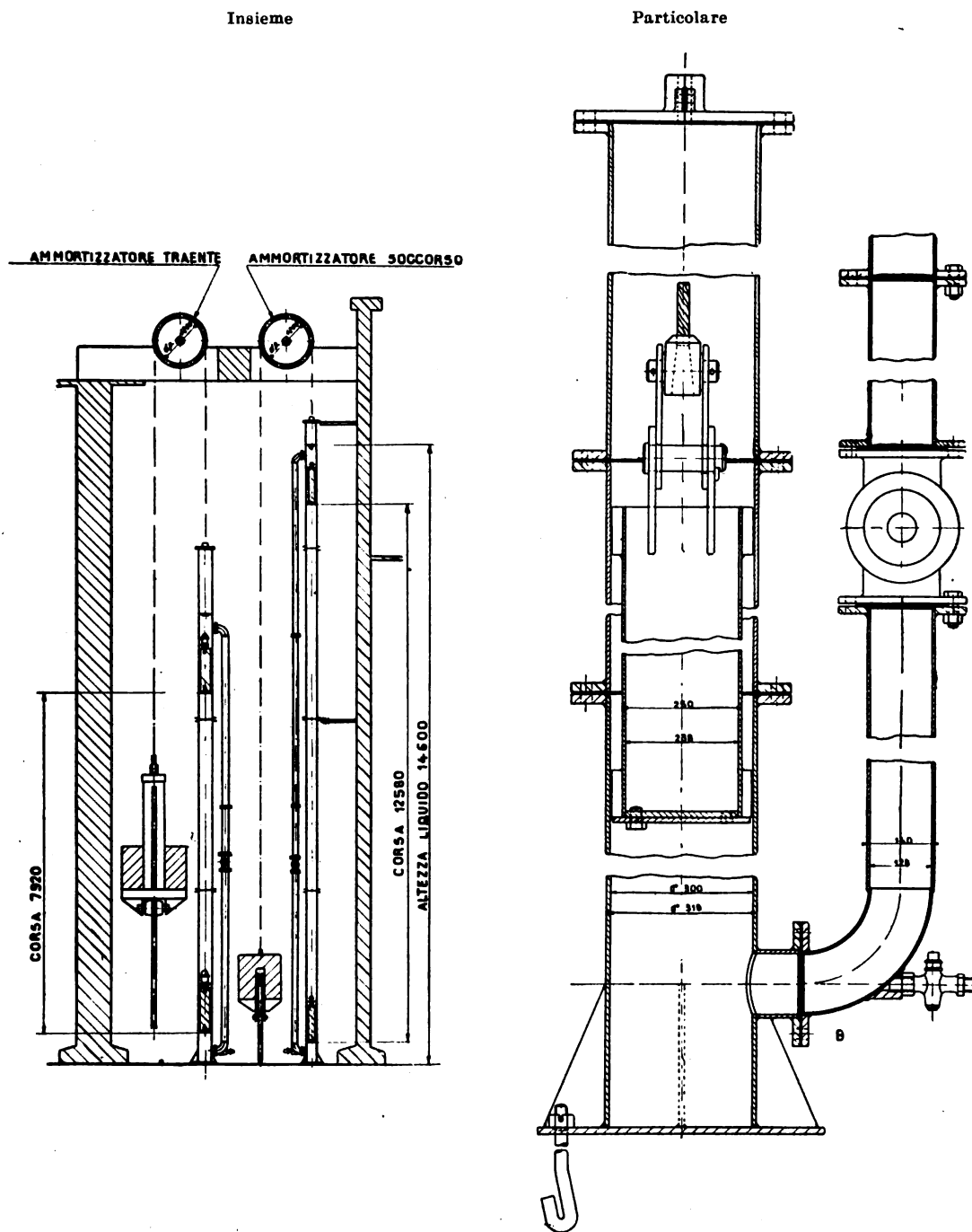



FIG. 2. — Ammortizzatore fune traente.

Durante la discesa del contrappeso, il pistone viene sollevato dalle due funi, la valvola automatica essendo chiusa, ed essendovi solamente un piccolo giuoco fra il pistone ed il tubo, si viene a creare uno sforzo che frena l'eventuale forte discesa del con-

trappeso. Ad ottenere una regolazione di questo sforzo, le estremità del tubo superiore ed inferiore sono riunite da un tubo munito di saracinesca regolabile.

Superiormente al tubo, un tappo munito di due premistoppa nei quali scorrono le funi, non permette la fuoruscita dell'olio durante la uscita del pistone.

Un ammortizzatore dello stesso tipo è stato applicato pure al contrappeso della fune soccorso.

Per ammortizzare i colpi verso l'alto del contrappeso traente-zavorra, allorquando avvengono delle frenature nelle grandi campate, specie quando la vettura del tronco superiore è in discesa, si è vista la necessità di provvedere il contrappeso stesso di ammortizzatori.

Non era possibile eseguirli con lo stesso principio di quelli già in uso per la discesa del contrappeso, data la mancanza di spazio disponibile.

Furono allora costruiti due ammortizzatori a pressione graduale, che vennero applicati negli spazi risultanti fra gli estremi dell'ossatura del contrappeso e le travi superiori in cemento armato (fig. 3).

Come si vede dal disegno, questi ammortizzatori sono costituiti da un cilindro in acciaio lavorato internamente, della lunghezza di m. 1,78 e chiuso ermeticamente superiormente ed inferiormente.

Nell'interno di esso, coassiale e fissato alla flangia superiore, è applicato un albero di acciaio, della lunghezza di m. 1,60 e la cui sezione varia da mm. 60 a mm. 47.

Nell'interno del cilindro, a perfetta tenuta, può scorrere un pistone alla cui parte superiore è fissato un tubo che nella sua corsa, solidale col pistone, è guidato dall'albero a sezione variabile.

FIG. 3. — Ammortizzatore fune di zavorra.

Il tubo è della lunghezza di m. 1,51, conico internamente da mm. 80 verso l'attacco del pistone a mm. 53 verso l'altra estremità. Esso esce interiormente dal cilindro e termina con un tappo metallico che, a mezzo tampone in gomma dura, riceve lo urto del contrappeso. La tenuta di esso con la flangia inferiore del cilindro è ottenuta mediante due guarnizioni in cuoio a ferro di cavallo.

La corsa del pistone avviene per m. 1 in olio incongelabile dopo di che, oltre tale limite, un cuscinetto d'aria arresta la corsa del pistone. L'olio interno al cilindro passa dalla parte superiore a quella inferiore del cilindro a mezzo di un tubo metallico munito di rubinetto regolabile.

I due ammortizzatori, sono stati calcolati per uno sforzo sui pistoni di Kg. 2500 caduno.

E' stata prevista la necessità di riunire fra loro i due ammortizzatori, nella tema che fosse difficile regolarli ambedue allo stesso sforzo; all'uopo su ogni cilindro, è stata applicata una flangia, per l'attacco di un tubo, che avrebbe riunito fra loro i due cilindri.

Quanto sopra non si è reso necessario, data la facilità incontrata nella regolazione a mezzo rubinetti.

Altra innovazione apportata dalla Savigliano di particolare utilità pratica è la istituzione, presso le avanstazioni di Piano S. Umberto e delle Cime Bianche, di un apparecchio che con rinvii demoltiplicatori segnala a mezzo di frecce indicatrici la posizione dei contrappesi e le letture vengono fatte su stadie graduate secondo le demoltiplicazioni. In tale modo risulta facilitata la verifica giornaliera delle posizioni dei contrappesi e si ottiene un rapido e costante controllo del funzionamento e della escursione di essi.

Alla stazione Piano S. Umberto un apparecchio con tre stadie graduate e tre frecce indica il movimento e la posizione dei contrappesi portante, traente-zavorra e soccorso; alla stazione Cime Bianche un analogo apparecchio segna le escursioni della portante del secondo tronco.

Stazione intermedia di Cime Bianche (Vedi Tav. III).

Fig. 4. — Stazione di Cime Bianche - Avanstazione lato Piano Rosà.

Costruita interamente in cemento armato su un grosso costone in roccia compatta, ha due aperture, una a monte ed una valle, per il passaggio delle vetture in arrivo dalle due stazioni estreme (Figg. 1 e 4).

Le vetture si fermano l'una in corrispondenza dell'altra in una ampia sala, dalla quale si accede ai locali per sala d'aspetto e servizi inerenti ed alla sala macchine.

Quest'ultima costituisce il nucleo centrale del fabbricato ed in essa trovasi, sopraelevata di m. 2,60, la cabina di manovra dalla quale si ha la visuale completa e diretta della linea inferiore e si vede bene l'ultimo tratto verso la stazione interme-

dia, della linea superiore. Nella cabina di manovra trovano posto tutti gli apparecchi di comando e controllo.

La sistemazione adottata per i ruotismi di comando dell'impianto è quanto mai semplice e di facile manovrabilità.

Al centro della sala macchine trovasi un asse fisso su cui sono montati folli i due argani, principale (diam. mm. 3400) e secondario (diam. mm. 2000), costruiti interamente in acciaio e del tipo a volante verticale.

Fig. 5. — Veduta d'insieme della funivia dal 1° cavalletto, con vettura nella seconda campata.

Posti da banda opposta dei due argani si trovano due alberi intermedi sui quali possono scorrere due rocchetti per ciascun albero. Tali rocchetti possono essere innestati a volontà, mediante apparecchio a vite e ad impianto fermo, per ottenere le varie condizioni di funzionamento.

I due alberi intermedi possono essere azionati rispettivamente dal motore elettrico principale e da quello secondario con l'intermediario di una seconda coppia veloce di riduzione costituita da un riduttore ad ingranaggi bielicoidali con lubrificazione forzata.

A seconda della posizione dei rocchetti scorrevoli si può ottenere una qualsiasi delle seguenti condizioni di funzionamento:

1) Funzionamento normale dell'argano principale mosso dal motore principale da 140 HP a velocità di m. 6,30 al secondo.

2) Funzionamento di riserva dell'argano principale in caso di vento notevole o di guasto del motore o del riduttore principale, mediante trascinamento a mezzo del motore da 70 HP e del relativo riduttore con la velocità di m. 3,15 al secondo.

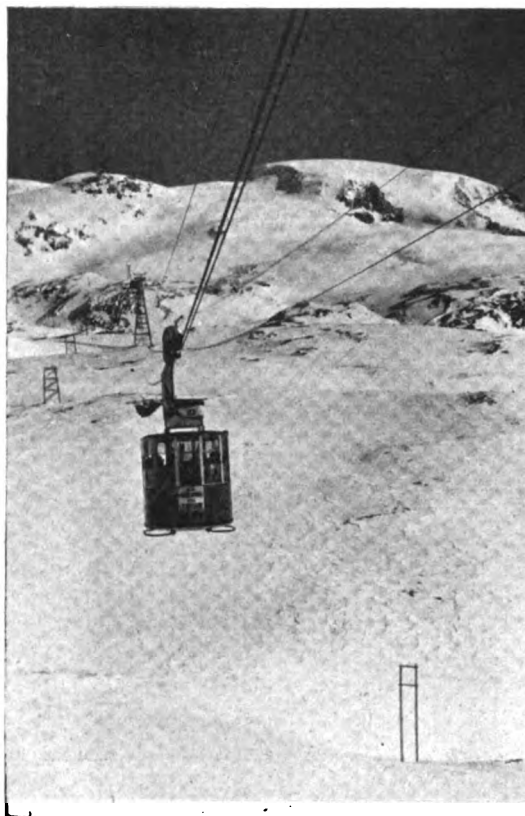
3) Funzionamento dell'argano secondario col relativo motore secondario a 70 HP alla velocità normale della fune di soccorso di m. 1,20 al secondo.

4) Funzionamento dell'argano secondario mediante il motore principale ed il suo riduttore alla velocità di m. 3,68 al secondo.

L'argano principale, che, come il secondario, porta unito di fondita un volante freno, è dotato di tre freni e precisamente:

1) Un freno principale di sicurezza agente direttamente, a mezzo di un comando elettromagnetico, sul volante freno connesso all'argano motore, che funziona sia per mancanza di corrente, sia su comando del manovratore in caso di urgenza.

2) Un freno di marcia normale elettromagnetico manovrato dal controller, agente sull'albero veloce.

3) Un freno di marcia normale a leva agente pure sull'albero veloce.

L'argano ausiliario è munito di due freni dei quali uno sul volante motore comandato dal banco di manovra ed uno sull'albero veloce, elettromagnetico, che si chiude per mancanza di corrente.

Sui due argani la sistemazione delle due rispettive funi, la traente e quella di soccorso, è perfettamente analoga: : la fune, rinviata verticalmente, all'ingresso in stazione, da una grande puleggia (rispettivamente del diametro di mm. 3400 e di mm. 2000) si avvolge per 237° sull'unica gola del volano motore e ritorna in linéa rinviata da altra puleggia uguale alla precedente. (Vedi Tav. III).

FIG. 6. — Testata del 3° cavalletto con vista della stazione di piano Rosà.

Nel fondo della sala macchine trovasi l'ancoraggio della fune portante del tratto inferiore.

Il tamburo, del diametro di m. 3,80, è dotato di doghe in legno duro, di risalto di sicurezza, e su di esso la fune compie tre giri morti dopo di che passa, mediante morsetto, ad un ancoraggio a travi di acciaio, mentre circa 50 metri di fune di riserva trovano posto in un locale sottostante.

Il meccanismo di tensione della fune portante del tratto superiore, che trovasi in una torretta appositamente costruita e posta a valle della stazione, è del tutto analogo a quello descritto per la fune portante della stazione inferiore. Il blocco di calcestruzzo del contrappeso assieme alla meccanica relativa pesa anch'esso tonnellate 42. L'escursione massima di esso è di m. 12,15 mentre la corsa disponibile è di m. 14,50.

STAZIONE SUPERIORE DI PIANO ROSÀ. (Vedi Tav. III).

È anch'essa costruita in cemento armato su un costone di roccia a quota 3500 circa, al confine con la Svizzera (fig. 6). Trattasi di un piccola fabbricato a due piani, utilizzato nel piano superiore per il rinvio dell'anello della traente-zavorra e dell'anello

della fune di soccorso e nel piano inferiore per la sala d'aspetto ed i relativi servizi (figg. 14 e 15).

Il meccanismo di rinvio è costituito da due volanti coassiali inclinati secondo la pendenza delle funi all'ingresso nell'avanstazione: il volante della traente è del diametro di mm. 5500, quello della fune di soccorso è del diametro di metri 4800. Le due funi, prima di raggiungere il meccanismo di rinvio, passano su un gruppo di rulli in corrispondenza dell'ingresso dell'avanstazione e su altri rulli in corrispondenza dell'ingresso della stazione.

Fig. 7. — Primo cavalletto con vista della stazione di Piano S. Umberto e delle Grandes Murailles.

Lateralmente al meccanismo di rinvio trovasi il tamburo di ancoraggio che fa corpo unico con la muratura del fabbricato. Il dispositivo per l'ancoraggio della fune portante del tratto superiore è identico a quello già descritto per la fune portante del tratto inferiore, nella stazione intermedia.

Cavalletti. — Il primo tronco è suddiviso in tre campate con due cavalletti intermedi, il secondo tronco in due campate con un cavalletto intermedio.

I tre cavalletti, interamente metallici e formati con profilati, hanno una sezione quadrata alla base, rastremandosi ad una sezione rettangolare fino a distanza di m. 6 dalla sezione più alta (fig. 7).

La testata è inclinata secondo la direzione delle funi: è costituita da due travature collegate alle faccie normali della linea e sporgenti a mensola simmetricamente dalle due parti.

Fig. 8. — Carrello all'uscita dalla scarpa di un cavalletto e parte della sospensione con vista del Cervino.

Agli estremi limiti di tali travature sono collegate le travature inclinate di sostegno della scarpa di appoggio della fune portante e dei rulli di guida e di appoggio delle funi di manovra (fig. 8).

Una scaletta in ferro permette di salire sui cavalletti sino alla testa.

Qui di seguito si riassumono i principali elementi dei tre cavalletti, richiamandosi al prospetto dei dati generali dell'impianto per quanto si riferisce alle caratteristiche delle varie campate e delle quote dei cavalletti:

CAVALLETTI		N. 1	N. 2	N. 3
Altezza sopra le fondazioni	m.	40,12	30,01	30 —
Sezione di base	»	10 × 10	8 × 8	10 × 10
Sezione di testata al centro	»	4 × 1,90	4 × 1,90	4 × 1,90
Lunghezza delle travi di testata normali alla linea fra centri dei rulli per la fune traente-zavorra	»	6,50	6,50	6,50
Lunghezza delle scarpe	»	7,72	6,04	7,12
Raggio di curvatura delle scarpe	»	22 —	22 —	22 —
Rulli di appoggio delle funi (fune traente-zavorra) per parte	n.	5	4	5
Loro diametro	mm.	550	550	550
(Fune soccorso) per parte	n.	5	4	5
Loro diametro	mm.	350	350	350

I cavalletti poggiano su pilastri in cemento armato, alcuni dei quali furono interrati oltre i 4 metri fino al raggiungimento della roccia compatta.

L'ancoraggio di ogni cavalletto ai plinti è assicurato da 8 bulloni che sono stati agganciati ad opportuno profilato annegato a due metri dalla sommità dei plinti stessi.

Funi portanti. — Le due funi portanti, quella del tratto inferiore e quella del tratto superiore, sono ancorate alla rispettiva stazione superiore mediante morsetti fissati ad una intelaiatura metallica e successivo avvolgimento per tre giri attorno ad un tamburo.

Dal detto tamburo ognuna di tali funi sale sopra una scarpa di deviazione, anch'essa in cemento, e poggiando sopra una successiva scarpa di uscita scende, poggiando sulle scarpe dei cavalletti, sino alla rispettiva stazione inferiore.

Qui, guidata da apposite scarpe, è collegata ai rispettivi contrappesi mediante il sistema già descritto delle due funi flessibili e relativi bilancieri.

Le due funi portanti costruite dalla S. A. Trafilerie e Corderie Italiane di Milano, sono del tipo aperto Ercole a 19 trefoli (16+6+12) a sette fili ciascuno e cordatura crociata del diametro di mm. 47 e del peso di Kg. 8,5 a metro lineare.

Le altre caratteristiche principali sono:

FUNE PORTANTE		Inferiore	Superiore
Diametro dei fili	mm.	3,056	3,047
Sezione metallica	mm²	975,55	970,10
Resistenza unitaria	Kg. p. mm²	197,7	197,3
Somma resistenza fili	Kg.	192.850 —	191.563 —
Sollecitazione totale massima della fune in servizio	»	50.318 —	52.149 —
Gradi di stabilità secondo progetto		3,66	3,66
Carico di collaudo (0,85 × resistenza fili)		163.922 —	162.724 —
Carico di rottura		172.500 —	169.000 —
Coefficente di sicurezza effettivo		3,83	3,66

Fune traente-zavorra. — Tanto la fune traente quanto la fune zavorra hanno i loro capi fissati, con testa fusa e mediante la scatola a molla del freno, al perno di sospensione delle vetture. Ambedue le funi formano insieme un anello chiuso sulle due stazioni estreme e transitante per la stazione intermedia.

Come si è già accennato, detto anello viene rinviato e teso nella stazione inferiore, avvolgendosi per 180° sul volante verticale di rinvio; è rinviato nella stazione superiore dal volante inclinato secondo la direzione della linea; si avvolge per 237° sull'argano motore principale nella stazione intermedia.

La traente e la zavorra appoggiano in linea sui rulli guidafune dei cavalletti, dai quali rulli vengono sollevate quando il vagoncino entra nella scarpa del cavalletto e rideposte quando ne esce.

La fune traente-zavorra è stata costruita dalla Ditta Trafilerie e Corderie italiane di Milano.

Essa è del tipo aperto, flessibile, costituita da un'anima tessile centrale sulla quale sono avvolti sei trefoli ciascuno di 19 fili di acciaio. Cordatura parallela (Albert).

Le principali caratteristiche sono:

F U N E		Traente	Zavorra
Diametro	mm.	28	23
Anime tessili	n.	1	1
Numero dei trefoli		6	6
Composizione dei trefoli		(1 + 6 + 12)	(1 + 6 + 12)
Numero totale dei fili della fune		114	114
Diametro dei fili	mm.	1,86	1,66
Sezione meccanica totale della fune		309,75	246,62
Resistenza unitaria di progetto dei fili	Kg per mm²	190	190
Sollecitazione totale massima della fune in servizio	Kg.	11.437 —	9.319 —
Peso della fune per metro lineare	Kg.	2,79	2,22
Grado di stabilità secondo progetto		5,14	5,03
Resistenza unitaria media alla rottura		192,14	192,58
Somma resistenze totali di tutti i fili		59.526,24	46.900 —
Carico di collaudo (0,85 × predetta somma)		50.507,30	39.850 —
Grado di stabilità effettivo		5,2	5,04
Carico di rottura	Kg.	54.250 —	43.050 —

Fune soccorso. — La fune soccorso, con proprii meccanismi ed appoggi, segue lo stesso percorso dell'anello delle funi traente-zavorra, colla differenza che per essa detto anello, formato con unica fune con le estremità congiunte da una sola impalmatura, non è interrotto dagli attacchi delle vetture.

L'anello della fune di soccorso è normalmente fermo e tenuto alto al di sopra della configurazione della fune portante scarica, mediante un contrappeso addizionale normalmente aggiunto al suo meccanismo di tensione.

Il vagoncino di soccorso, uno per ciascun tronco, viene agganciato, in caso di necessità, alla fune soccorso. La fune soccorso poi, mediante opportuno meccanismo previsto sul carrello della normale vettura, può fissarsi al carrello stesso per provvedere al ricovero in stazione della detta vettura.

La fune, costruita dalla ditta Stabilimenti Fornara e C. di Torino, è del tipo aperta, flessibile, costituita da un'anima tessile centrale sulla quale sono avvolti 6 trefoli ciascuno di 12 fili di acciaio lucido, cordatura parallela (Albert).

Le principali caratteristiche sono:

Diametro	mm.	15
Anime tessili	N.	1
Numero dei trefoli	N.	6
Numero totale dei fili della fune	N.	72
Diametro dei fili	mm.	1,2
Sezione metallica totale della fune	mmq.	85,43
Resistenza unitaria di progetto della fune	Kg/mm²	190
Sollecitazione totale massima della fune	Kg.	4390
Peso della fune per metro lineare	Kg.	0,75
Grado di stabilità secondo progetto	Kg.	3,52
Resistenza unitaria media alla rottura	Kg.	192,88
Somma resistenza totale di tutti i fili	Kg.	15.650
Carico di collaudo (0,85 × predetta somma	Kg.	13.300
Grado di stabilità effettivo		3,56
Carico di rottura	Kg.	14.550

Funi tenditrici. — Le funi tenditrici (due alla stazione inferiore e due alla stazione intermedia) servono per l'attacco delle funi portanti ai rispettivi contrappesi, mediante il sistema dei due bilancieri già descritto. Le funi tenditrici, costruite dalla Ditta Stabilimenti G. Fornara e C. di Torino sono del tipo aperto, flessibile, costituite da un anima tessile centrale sulla quale sono avvolti 6 trefoli ciascuno di 61 fili di acciaio lucido-cordatura crociata.

Le principali caratteristiche sono:

Diametro della fune	mm.	43
Anime tessili	N.	1
Numero dei trefoli	N.	6
Numero totale dei fili per trefolo	N.	61
Diametro dei fili	mm.	1,58
Numero totale dei fili della fune	N.	366
Sezione metallica totale della fune	mm.²	720,87
Resistenza unitaria dei fili	Kg./mm.²	180
Sollecitazione totale massima della fune in servizio	Kg.	21.000
Peso della fune per metro lineare	Kg.	5,90
Grado di stabilità secondo progetto		6,2
Resistenza unitaria media alla rottura	Kg.	179,75
Somma resistenze totali di tutti i fili	Kg.	129,720
Carico di collaudo (0,80 × predetta somma)	Kg.	103.700
Grado di stabilità effettivo		6,18
Carico di rottura	Kg.	118.000

Vetture. — Come si è già detto l'impianto dispone di due vetture principali; una per ciascun tronco. Ogni vettura si compone del carrello scorrevole sulla fune portante, della sospensione e della cabina.

Il peso della vettura risulta come segue:

Peso del carrello	Kg. 325		
» sospensione	» 82		
» cabina e accessori	» 610		
Peso totale a vuoto		Kg.	1.017
Stabilizzatore		»	300
30 persone compreso conduttore (Kg. 75 × 30)		»	2.250
Sci = 29 × Kg. 10		»	290
Peso totale a pieno carico		Kg.	3.857

Il carrello è del tipo a bilancieri multipli con dodici ruote di scorrimento in acciaio, del diametro di mm. 250, montate su assi di acciaio, a mezzo di cuscinetti a sfere. Le ruote, tranne le due estreme che sono interamente in acciaio fuso per assicurare il contatto elettrico sulla portante, sono rivestite di gomma (Tav. IV).

I bilancieri sono in avional.

Il carrello è connesso alla sospensione mediante perno di acciaio al quale sono unite con scatola a molla le due teste fuse della fune traente-zavorra.

Superiormente a tale attacco si ha il dispositivo per la frenatura sulla portante, che è costituito da una morsa che agisce a mezzo di una molla e di una ganascia mobile su una ganascia fissa, ambedue le ganasce in rame.

Il freno sulla portante scatta per allentamento di una delle due funi traente e zavorra ovvero per azione sulla maniglia di urgenza della vettura stessa. Con la chiusura del freno sulla portante viene messo pure in azione un pulsante che arresta la marcia dell'argano.

La sospensione costruita in avional, si connette direttamente con l'intelaiatura a traliccio pure in avional della vettura (Tav. IV).

La cabina è sopportata da 4 tubi verticali in avional che fanno capo alle travi principali della inteleiatura. Ha una sezione orizzontale ellittica di m. 3,50 di lunghezza, in direzione della linea, e di m. 2,60 di larghezza con una minima altezza interna di m. 2,10. Con tale altezza è stato possibile eliminare il carrello porta-sci, in quanto i singoli passeggeri possono condurre seco i proprii sci nell'interno della vettura e ciò con guadagno di tempo, specie al trasbordo della stazione intermedia (figura 21).

Ne è stata studiata la forma tondeggiante con prove in galleria aerodinamica del R. Politecnico di Torino, per limitare l'azione del vento.

Per migliorare poi la stabilità della vettura, sempre in caso di vento, sono state allocate nella carena della cabina dodici piastre in ghisa da 25 Kg. ciascuna.

Inoltre su ciascuna vettura è montato un inclinometro a mercurio che arresta l'impianto allorquando l'inclinazione dovuta al vento potesse essere pericolosa al funzionamento ed in tal caso le vetture saranno richiamate in stazione utilizzando l'argano a velocità ridotta.

La carrozzeria della cabina è chiusa con ampie vetrate in cellon, con una porta a quattro battenti articolati e una porta sussidiaria per andare sul carrello di soccorso.

Nel fondo della cabina è ricavata una botola per il passaggio eventuale dei viaggiatori da calare mediante arganetto con freno automatico centrifugo, già sistemato in ciascuna vettura in apposito spazio ricavato sul fondo ove trovasi pure una bandiera per segnali.

Superiormente si ha una botola per accedere al tetto e quindi, mediante una scaletta lungo la sospensione, alla manovra del freno ed alla ispezione dei meccanismi. Ricavato sulla sospensione vi è un seggiolino per l'ispezione delle funi.

Ogni vettura è pure fornita:

di un telefono che può comunicare con le tre stazioni e con l'altra vettura;

di impianti di illuminazione con piccolo accumulatore per i fari esterni e per le lampade interne;

di un pulsante per le segnalazioni normali;

di altro pulsante per l'arresto dell'argano in caso di necessità.

Il circuito di sicurezza è quello telefonico ed arriva alla vettura a mezzo di presa sulla portante ed a mezzo della traente-zavorra che è isolata.

Vagoncini di soccorso. — Per l'ispezione della linea, per eventuali lavori su di essa e per il salvataggio dei passeggeri in caso di ancoramento delle vetture, alle stazioni di Piano S. Umberto e di Cime Bianche, sono depositate le due vetture di soccorso, costruite in profilati e lamiere di acciaio della capacità caduna di 6 persone.

A mezzo di argani a mano e rinvii, queste vetture possono in pochi minuti essere applicate alla fune portante ed agganciate alla fune soccorso che viene fissata alle apposite ganasce di cui sono muniti i carrellini portanti delle vetture di soccorso.

Anche le vetture di soccorso sono dotate di telefono funzionante a mezzo della fune di soccorso, anch'essa isolata. Un apposito commutatore, montato sui quadri dell'impianto telefonico siti alle singole stazioni, permette la trasmissione telefonica sia con l'impianto normale che con quello di soccorso.

La vettura di soccorso ha un peso a vuoto di Kg. 310 ed uno a pieno carico di Kg. 760.

Impianto elettrico. — La corrente elettrica normale, fornita dalla Società S.I.P. perviene con palificazione alla Stazione Cime Bianche a 9000 Volt 50 periodi.

Un trasformatore da 200 KWA trasforma la corrente a 220 Volt ed, a mezzo quadro di distribuzione, questa perviene ai due interruttori automatici, uno per ciascun motore, ed ai servizi interni della stazione.

I due automatici, comandati a mano dal banco di manovra, sono provvisti di bobine di massima e di minima corrente.

La bobina di minima è in serie sia ai pulsanti di regolazione comandati dalla camma del regolatore di posizione della vettura che agli interruttori centrifughi per l'eccesso di velocità.

Scattando uno di questi, manca corrente alla bobina e la corrente di linea viene ad essere interrotta e tutti i freni comandati elettricamente vengono così a chiudersi.

Due controller identici comandano i due motori, ciascuno a dieci tacche per la marcia oltre la posizione zero e un invertitore di marcia.

Alla fermata, il motore viene disinserito passando dalla seconda alla prima tacca restando però aperto il freno elettromagnetico per permettere l'arresto dolce e progressivo delle vetture mediante il freno a mano; il freno elettromagnetico si chiude poi, passando alla posizione zero.

Il comando elettrico del motore principale è ottenuto da un inseritore voltometrico, che mette in funzione una serie di contattori elettromagnetici tutti racchiusi in un apposito armadio metallico, sul quale sono situate le resistenze di regolazione delle differenti velocità.

L'inseritore del motore ausiliario è ad azionamento diretto.

Il motore principale della potenza di HP 140 è del tipo Savigliano aperto asincrono trifase a 6 poli e può dare una coppia di avviamento circa due volte e mezzo la normale e congrui sovraccarichi istantanei per vincere le punte del diagramma della potenza motrice.

Il motore secondario è analogo al precedente ma della potenza di 70 HP.

Per il caso di una eventuale mancanza di corrente può entrare in azione un gruppo elettrogeno. Esso è costituito da un motore Diesel da 120 HP a 4 cilindri ad iniezione diretta e da un alternatore da 220 Volt e 120 KVA capace di alimentare sia l'uno che l'altro motore.

Dispositivi di sicurezza. — Mettendo in moto l'impianto non è possibile metterlo in marcia nella direzione in cui ha funzionato eventualmente un fine corsa, perchè questo, oltre ad agire sui freni, inverte senz'altro il senso della corrente ed il manovratore per rimettere in marcia l'impianto deve per prima cosa azionare l'invertitore.

Durante la marcia, in caso di anormalità, si manifesta o viene provocata sempre una interruzione nel circuito di sicurezza, costituito dal relais di minima, per cui si apre l'interruttore automatico, ottenendosi l'arresto dell'impianto con l'azionamento di tutti i freni comandati elettricamente. Ove si verifichi un eccesso di velocità, sia nel caso di azionamento col motore principale che col motore secondario, entrano in funzione gli interruttori centrifughi, montati rispettivamente sull'albero lento per il motore principale e sull'albero veloce per il motore secondario, che tolgono la corrente se la velocità stessa supera del 20 % quella prevista, ottenendosi quindi l'arresto dell'impianto.

Per eccesso di carico o comunque si verifichi sovraccarico di corrente ai motori entra in azione la rispettiva bobina di massima che fa funzionare il relais di apertura dell'interruttore automatico.

L'impianto può venire inoltre fermato agendo sui pulsanti di urgenza della stazione e su quelli situati nell'interno delle vetture ovvero quando entra in funzione il freno sulla portante. In tali casi entra in azione un relais telefonico il quale apre il circuito della bobina di minima che, come si è detto, agisce sull'interruttore automatico.

Per improvviso malore del manovratore, nel caso che l'impianto sia azionato dall'argano principale, scatta, ove ciò avvenga in piena linea, l'interruttore centrifugo per eccesso di velocità ovvero, qualora ciò si verifichi in prossimità della stazione, entra in funzione il « dazio »: in ambedue i casi l'impianto si ferma.

Quando l'impianto è azionato dall'argano ausiliario per poterlo mettere in moto occorre che il manovratore prema un apposito pedale il quale chiude il circuito della bobina di minima. Abbandonandosi tale pedale si apre l'interruttore automatico e si ferma l'impianto.

Approssimandosi le vetture alla stazione, a 200 metri da questa, una suoneria ne indica la posizione al manovratore. Da questo momento e fino a 50 metri dall'arresto la velocità deve essere ridotta a meno di due metri secondo.

In caso contrario interviene l'interruttore centrifugo (dazio) che interrompe il circuito della bobina di minima dell'interruttore automatico del motore ed arresta l'impianto.

Tale interruttore centrifugo è comandato dal regolatore di posizione delle due vetture montate sul banco di manovra.

Infine se il manovratore non arresta l'impianto all'arrivo in stazione entra in funzione il dispositivo di fine corsa comandato dal carrello della vettura.

Tale dispositivo agisce a mezzo del già detto relais telefonico sul circuito della bobina di minima, come per i pulsanti di urgenza.

Impianti di segnalazione. — Le segnalazioni telefoniche avvengono tra la fune portante che è a terra e l'anello delle funi traente-zavorra che sono isolate elettricamente sia dalle vetture che dai cavalletti, dove esse appoggiano sui rulli gommati ed isolati dall'ossatura metallica. Sia dalle stazioni che dalle vetture si può telefonare o segnalare a mezzo suoneria le une con le altre od anche tra di loro.

Quando sono in servizio le vetture soccorso, anche esse munite di apparecchio telefonico, il circuito è costituito dalla fune portante e dall'anello della fune di soccorso la quale è elettricamente isolata.

Una linea telefonica ausiliaria, parallela alla funivia, collega tra loro le tre stazioni onde assicurarne le comunicazioni.

Sul banco di manovra una lampadina verde indica al manovratore che le vetture vogliono telefonare; una lampadina rossa, in connessione col circuito di sicurezza, lo avverte che è scattato il freno di una vettura; sullo stesso banco gli indicatori di posizione dei due argani danno in ogni momento la posizione delle due vetture.

Cenni sui lavori. — La costruzione della funivia è opera della Soc. Naz. delle Officine di Savigliano, che ha contribuito anche alla sua progettazione.

Gravi difficoltà si dovettero vincere per poter eseguire i lavori: il clima, l'altitudine, le impervie strade ne ostacolarono grandemente l'esecuzione.

Particolarmente gravoso è stato il trasporto ed il montaggio delle funi, per le quali la Savigliano, anzichè adottare il consueto sistema di ricostituire a piè d'opera con una bobina unica le diverse provenienti dalla fabbrica con pericolo di eventuale manomissione della cordatura — specie nel caso di funi del tipo aperto —, ha adottato un proprio sistema che qui di seguito si descrive. Con esso è rimasto inalterato il bobinaggio e la disposizione delle funi così come uscite dalla fabbrica.

A Cervinia, presso la stazione di partenza della vecchia funivia, su un piano opportunamente spianato, è stata montata una piattaforma a giostra. Questa piattaforma ruotante su una sfera centrale, era formata da una raggera a 6 razze alle cui estremità furono applicate opportune ruote in acciaio montate su cuscinetti a rulli.

Queste ultime rotolavano su rotaie Decauville centinate a cerchio, fissate su una opportuna piattaforma in legname appoggiata sul terreno. La piattaforma a giostra era munita di freno su una delle sei ruote, ma si dovette procedere spesso con freno a

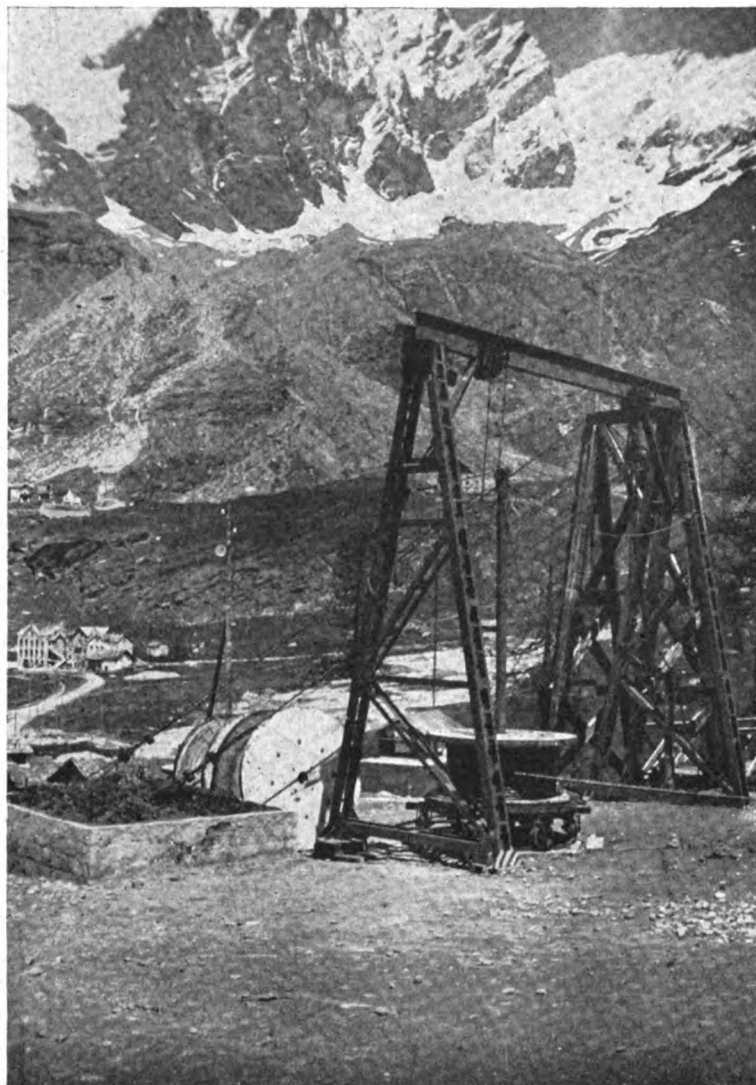



FIG. 9. — Giostra e suo cavalletto.

nastro sulle bobine per ottenere una frenatura più dolce e nello stesso tempo di maggiore efficacia e regolazione.

Il trasporto delle portanti, ognuna del peso di oltre 21 tonn., da Milano a Cervinia fu eseguito avvolgendo la fune di un sol pezzo di circa m. 2500 su tre bobine a mezzo di tre autocarri distanziati di m. 6 l'uno dall'altro.

Le bobine, una per volta, vennero scaricate dagli autocarri ed a mezzo di due paranchi della portata di 5 tonn. ciascuno, vennero caricate sulla giostra, al di sopra della quale era stato pure costruito un appropriato cavalletto metallico (fig. 9).

Le tre bobine della portante, scaricate, si trovarono una sull'altra nella stessa disposizione di come erano state avvolte.

Nel foro passante delle bobine fu infilato un tubo che, fissato a terra su apposito perno e opportunamente sostenuto in alto, servì a mantenere stabile il cilindro formato dalle tre bobine sovrapposte.

Al capo della fune uscente dalla bobina superiore venne agganciata una fune di servizio (già stesa fra Cervinia e Piano S. Umberto) che si avvolgeva su un argano elettrico della portata assiale di 4 tonn.

Con questo argano venne trascinata la prima portante da Cervinia a Piano S. Umberto e, per ridurre al massimo gli attriti sul terreno, nei punti di forte contatto, vennero applicati dei cavallettini metallici muniti di rulli in legno, sui quali venne appoggiata la fune.

Svolta totalmente la prima fune, si fece la medesima operazione con la seconda portante, il cui capo uscente venne agganciato alla coda della prima.

Montato altro argano di 4 tonn. alla stazione di Cime Bianche e stesa la fune di servizio tra Piano S. Umberto e Cime Bianche, le due portanti unite furono trainate manovrando contemporaneamente i due argani elettrici, facendo fare riprese di circa m. 100 per volta all'argano di Piano S. Umberto a mezzo morsetto a ganascia sulla portante.

Successivamente la fune traente, adoperando sempre la giostra per le bobine, fu agganciata alla coda della seconda portante e quindi trainata con la stesso sistema (fig. 10).

Ottenutesi le due portanti stese fra Piano S. Umberto e Cime Bianche e la traente fra Cervinia e Pian S. Umberto, con un terzo argano elettrico montato a Piano Rosà e relativa fune di servizio, fu stesa la fune portante del secondo tratto fra Cime Bianche e Piano Rosà.

Con manovre analoghe alle sopradette vennero stese tutte le funi lungo il percorso.

Sollevate le portanti sui cavalletti vennero eseguite le teste fuse ai contrappesi e vennero messe in tensione mediante paranchi da 50 tonn., comandati da argani elettrici. I capi delle funi traente-zavorra vennero uniti fra loro, ad anello, con morsetti in modo che questi potessero passare sui rulli di rinvio. Alla Stazione Piano S. Umberto le code delle due funi vennero applicate alla prima vettura con teste fuse provvisorie e previa tensione sufficiente a mantenere le funi sui rinvii e sulla ruota del contrappeso. La traente nel frattempo era stata passata sulla ruota motrice dell'argano e le funi sollevate sui rulli dei cavalletti.

Utilizzando a velocità ridotta l'argano di comando della funivia, ormai già pronto all'esercizio, si provvide alla sistemazione definitiva delle funi, al taglio delle eccedenze, alla esecuzione delle teste fuse definitive ed alla impalmatura della fune di soccorso.

Durante le sopradescritte operazioni le funi furono trainate su ampi ghiacciai disseminati di seracchi e paurosi crepacci. Nei punti più salienti del ghiacciaio le funi, segandolo, formarono anche profonde trincee che, per il gelo notturno spesso attanagliarono le funi obbligando ad un lungo e pericoloso lavoro di piccone per potere riprendere il traino.

Ciò si verificava pure dopo ogni precipitazione che, anche durante la stagione estiva, si risolveva in neve o grandine.

Tutti questi lavori si dovettero eseguire spesso in posizione di grave pericolo per gli uomini, che si dovettero munire di ramponi da ghiaccio, procedendo sempre in cordata.

Altre difficoltà si ebbero per i trasporti dei mezzi ingombranti che non passavano attraverso i cavalletti della teleferica di servizio. Per essi si dovettero fare delle caro-

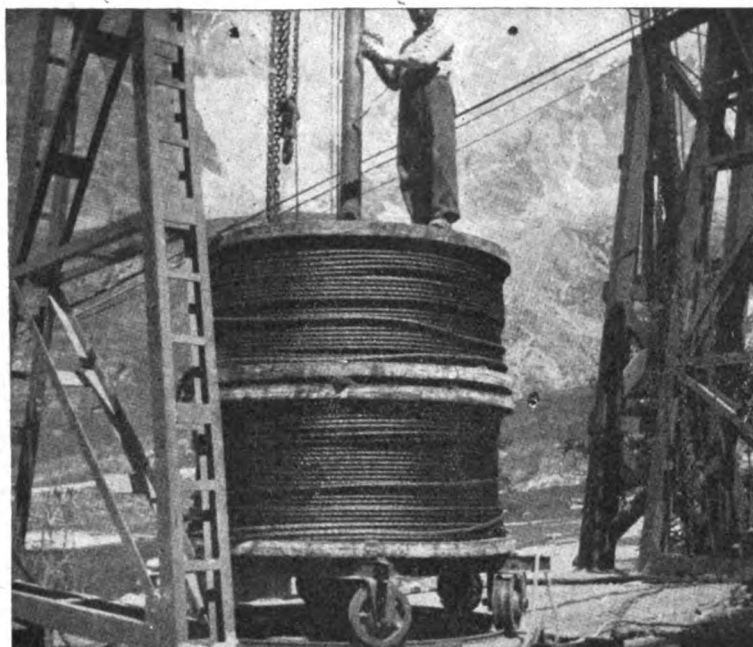



FIG. 10. — Disposizione bobine sulla giostra.

vane anche di 40 uomini per il traino a braccia, o con mezzi di fortuna, su slittoni appositamente costruiti.

Infine degna di particolare rilievo è la constatazione che, contrariamente a quanto verificatosi in analoghe condizioni nella costruzione della ferrovia del Gornergrat, la maestranza interamente italiana, grazie anche alle direttive generali emanate dal Regime nei riguardi del trattamento da usare a favore dei nostri lavoratori, non trovò gravi difficoltà a vivere ed a lavorare ad altezze superiori ai 2000 metri.

La buona organizzazione sanitaria, i razionali alloggiamenti apprestati al personale fecero sì che, in tutto il periodo dei lavori ed anche a quota 3500, non si ebbero a lamentare malati di sorta, rendendo l'operaio in certe epoche di buon clima anche dodici ore al giorno.

Inoltre si deve pure rilevare che, contrariamente all'usato, i cantieri, anche nel periodo invernale, non vennero totalmente chiusi. Gli operai rimasti non ebbero a subire alcun danno alla salute per la costante permanenza a tali altezze.

Condizioni statiche dei muri di sostegno adottati per la linea Arona - Domodossola e confronto con i tipi normali delle Ferrovie dello Stato

Ing. P. BONA ed Ing. A. CLERICI BAGOZZI, per incarico del Servizio Lavori delle F. S.

Riassunto. — **Si dànno indicazioni sulle caratteristiche tecniche dei muri di sostegno esistenti sulla linea Arona-Domodossola.**

Dopo breve richiamo delle teorie sino ad ora istituite per lo studio dei muri di sostegno delle terre, si stabiliscono confronti sia direttamente, che con diagrammi, fra le dimensioni dei muri adottate dalla Società Mediterranea quelle dei muri corrispondenti adottati dalle Ferrovie dello Stato, deducendone le relative conclusioni.

La linea Arona-Domodossola, costruita negli anni dal 1903 al 1905 dalla Società Italiana per le strade Ferrate del Mediterraneo, si svolge, per oltre la metà della sua

Fig. 1. — Muro fra i Km. 36 + 794 e 36 + 851 in corso di sopraelevazione.

estesa, in terreno a mezza costa; è quindi necessitata la costruzione di numerosi e lunghi muri di sostegno, sottoscarpa e controripa.

Lo sviluppo di tali muri, alcuni dei quali raggiungono notevoli altezze, supera i 16.000 metri, formando una delle particolarità costruttive più notevoli della linea.

La linea è stata costruita a semplice binario; però le gallerie, i cavalcavia, gran parte delle fondazioni e le espropriazioni sono state predisposte anche per il secondo binario, di cui è rimasta così senz'altro stabilita la ubicazione rispetto al binario ora in esercizio.

Anche i muri di sostegno, che si trovano dalla parte del binario di raddoppio, sono stati impostati alla distanza definitiva per far posto a tale binario, ma, sebbene dimensionati in relazione all'altezza fino al piano del ferro, sono stati elevati soltanto fino all'altezza necessaria per contenere il rilevato, limitato alla sagoma per il semplice binario e pertanto hanno funzionato come muri di sottoscarpa (fig. 1).

* * *

Proseguendo nel programma di potenziamento delle linee della propria rete, l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato ha deciso ora l'impianto del binario di raddoppio della linea Arona-Domodossola.

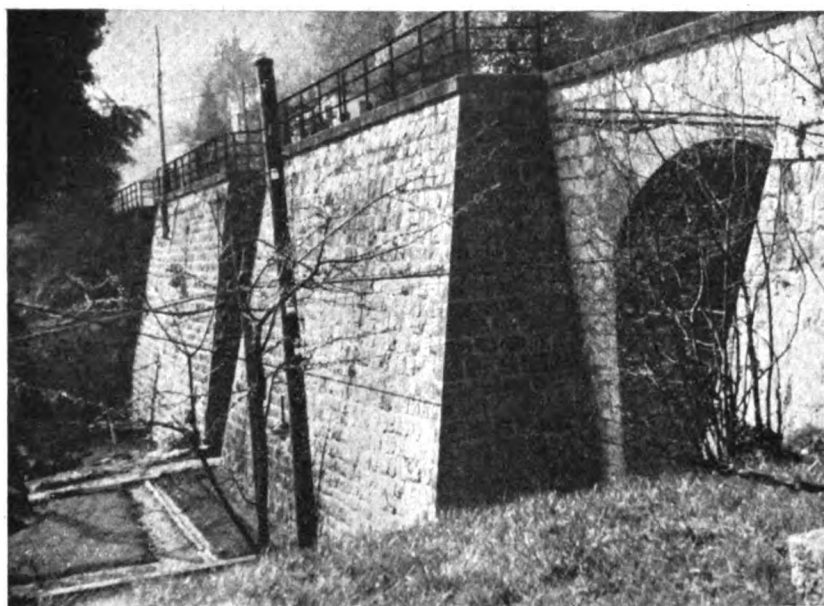



Fig. 2. — Muri di sostegno già costruiti per il doppio binario che si attestano ai muri d'ala Km. 4 + 197 e 4 + 260.

Si è quindi, sino dall'anno scorso, provveduto allo studio ed alla progettazione delle opere necessarie per tale attuazione. Fra i vari problemi che si sono presentati vi è stato quello delle condizioni statiche dei muri di sostegno, che ha richiesto un attento esame, onde decidere se questi potevano essere senz'altro conservati e sopraelevati, mantenendo le loro dimensioni, pur tenendo conto dell'aumento dei carichi che deriverà dalla circolazione dei locomotori e della sopraelevazione di cm. 20 del piano del ferro.

Va senz'altro rilevato che la maggiore parte di questi muri sono costruttivamente ben eseguiti; il materiale con cui sono formati è pietrame granitico, dioritico o gneiss, paramento a corsi irregolari e malta formata con sabbia del fiume Toce e calce idraulica dei F.lli Pesenti di Alzano.

Le condizioni di conservazione dei muri, alcuni dei quali, come si è detto, funzionano come muri sottoscarpa, appaiono quasi sempre, più che buone, ottime.

Una circostanza però ha richiamato l'attenzione sulle condizioni statiche di queste strutture. Si ha invero che tutte le volte che i muri si legano alle opere d'arte che li intercalano, gli innesti avvengono in corrispondenza dei prolungamenti dei piedritti dei

manufatti già predisposti per il doppio binario e funzionanti da muri d'ala (fig. 2). In tali casi si riscontrano spesso delle lesioni che si allargano dal basso all'alto (figg. 3 e 4). Tali lesioni si hanno anche in qualche caso in cui la canna del manufatto già prolungato anche per il doppio binario, si innesta al muro di sostegno (figg. 5 e 6).

FIG. 3. — Lesione in corrispondenza dell'innesto del muro di sostegno con il muro d'ala del viadotto sul Torrente Tiasca.

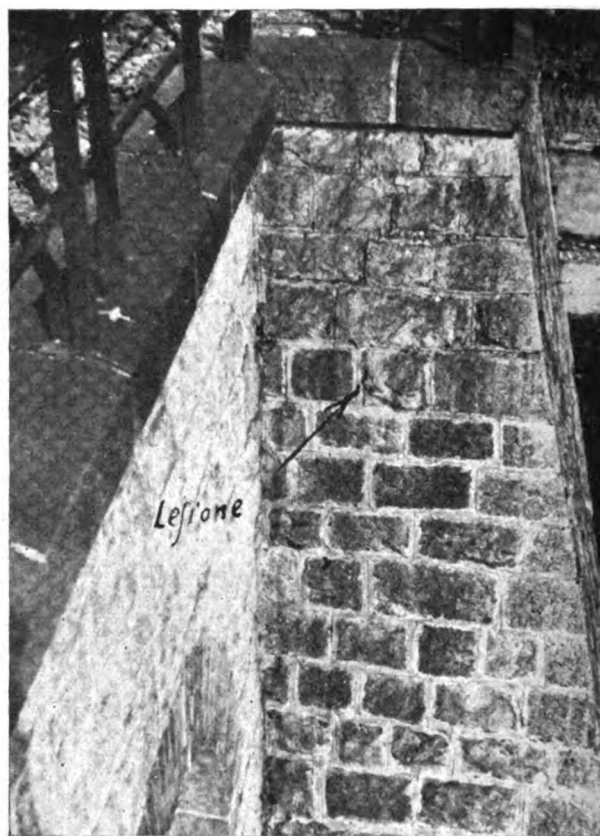



FIG. 4. — Lesione in corrispondenza dell'innesto del muro di sostegno con il muro d'ala del sottopassaggio di luce m. 5 al Km. 4 + 136.

Dette lesioni, che in generale sono ormai da lunghi anni stabilizzate e non menomano l'integrità delle opere, sono caratteristiche come provenienti da rotazione del muro attorno al lembo esterno della fondazione: l'intera massa muraria è però rimasta integra, ma evidentemente la spinta del terrapieno a tergo del muro deve avere determinato un cedimento della fondazione.

Questo fatto ha consigliato di verificare la verticalità dei muri a paramento esterno normale e la inclinazione di quelli a paramento a scarpa. In alcuni casi come ad esempio nei muri di cui alla fig. 2 le inclinazioni risultarono esatte, ma spesso si hanno strapiombi (fig. 7) che, pur non superando qualche centimetro, indicano una leggera rotazione del muro.

Caratteristico a questo riguardo è il muro di Premosello (fig. 8), lungo ben 702 metri, con altezza media di m. 9 sul piano di risega. La struttura di questo muro è per tutta la sua lunghezza eguale ed ottima: in alcuni tratti e solo in quelli però, si sono avuti degli strapiombi sensibili così da consigliare la costruzione degli speroni di sostegno che si vedono nella fig. 8.

Evidentemente staticamente il muro era costruito bene: la rotazione si è avuta soltanto in quei tratti dove il piano di fondazione aveva una resistenza insufficiente.

La circostanza di queste lesioni e l'aumento dei carichi di cui si è già detto, hanno consigliato un attento studio di tutto il problema dei muri di sostegno delle

FIG. 5. — Muro fra i Km. 33 + 487 e 33 + 578 in corrispondenza del sottopassaggio di luce m. 2,50 al Km. 33 + 547.

FIG. 6. — Muro fra i Km. 5 + 434 e 5 + 734 in corrispondenza del sottopassaggio di luce m. 2,00 al Km. 5 + 595.

terre. Tale problema è nel suo complesso veramente considerevole, perchè se i muri si fossero dimostrati staticamente insufficienti, così da consigliare un parziale o totale rifacimento di questi, si sarebbe dovuto affrontare una spesa ben considerevole, oltre alla grave soggezione per l'esercizio che ne sarebbe derivata.

* * *

Il problema dei muri di sostegno è legato a quello dell'equilibrio o meglio della meccanica delle terre, problema che non ha ancora una trattazione teorico-sperimentale che possa dirsi conclusiva, non avendo ancor oggi il progettista a sua disposizione elementi sicuri che gli permettano di stabilire le linee definitive delle costruzioni interessate da detto problema, senza l'aiuto del suo intuito personale.

Per quanto riguarda i muri di sostegno dei terrapieni, la meccanica delle terre interessa per i problemi tendenti a determinare:

1) spinta della terra sul paramento interno del muro;

2) controspinta passiva del terreno sul paramento a valle del blocco di fondazione;

3) capacità di resistenza del terreno in corrispondenza del piano di fondazione;

4) resistenza delle materie impiegate per la costruzione del corpo del muro e del blocco di fondazione.

Spinta della terra.

Per la determinazione della spinta della terra contro i muri di sostegno vengono seguite varie teorie che, pur partendo da presupposti diversi, giungono a risultati abbastanza concordanti.

Tale concordanza ha solo valore relativo, in quanto in genere sono trascurate certe caratteristiche fisiche dei terreni, come la coesione, l'omogeneità, la densità. Vi

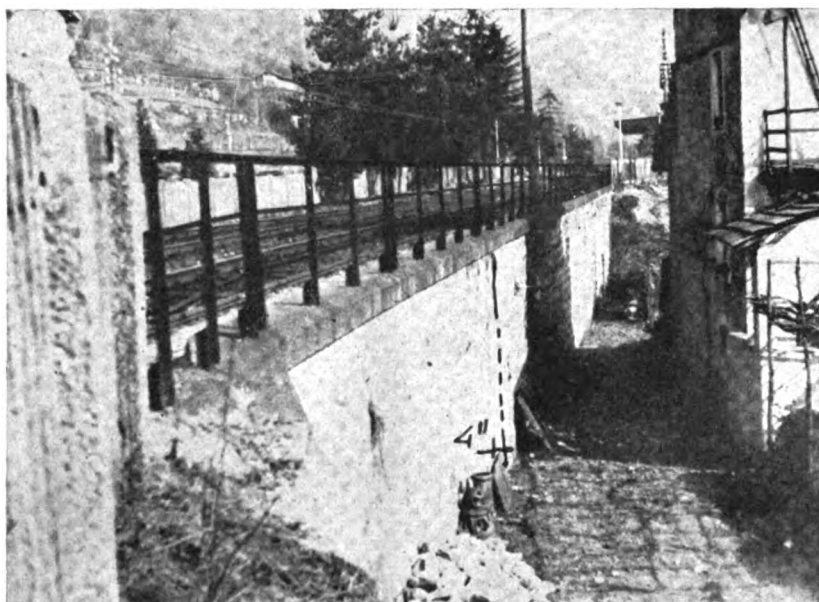



Fig. 7. — Muro a paramento esterno verticale in stazione di Meina.

è poi disparità di criterio nella scelta e determinazione di altri fattori, fra cui l'angolo che la linea di azione della spinta forma col paramento del muro, ed il rapporto fra angoli di attrito fra terra e terra e fra terra e muro.

Si ricorda che la teoria più antica è quella del Coulomb Poncelet, detta anche del cuneo o prisma di massima spinta, che studia le condizioni di equilibrio di un prisma di terra che si incastra fra il muro ed il terrapieno. A questa teoria è seguita quella del masso illimitato, dovuta al Rankine ed al Mohr, che considera invece dell'angolo di attrito fra terra e terra, quello di inclinazione del terrapieno. A queste teorie se ne è aggiunta una terza, quella cioè del masso limitato, iniziata dal Bussinesq e svolta dal Resal, il quale ha compilato delle tabelle per la determinazione del valore dei coefficienti A e B da sostituire nelle seguenti due relazioni:

$$Q = (A/100)\,\Delta\,(h/2) \qquad V = (B/100)\,\Delta\,(h^2/2) \qquad [1]$$

Q e V sono le componenti orizzontale e verticale della spinta che, come nelle teorie precedenti è applicata ad 1/3 dell'altezza h, a partire dalla base.

I valori di A e B sono ricavati in funzione dell'angolo di attrito φ della terra contro terra; dell'angolo d'attrito θ della terra contro la muratura; dell'angolo di inclinazione i della superficie libera del terreno rispetto all'orizzontale, dell'angolo α di inclinazione del paramento interno del muro rispetto alla verticale.

Controspinta passiva del terreno

È noto che le teorie sopraesposte per la determinazione della *spinta attiva* valgono anche per quanto riguarda la *spinta passiva* del terreno alle reni del muro, con la sola inversione del segno dell'angolo d'attrito fra terra e terra.

Fig. 8. — Muro di Premosello fra i Km. 38+ 520 e 39 + 252.

Questa forza interessa maggiormente lo studio della fondazione propriamente detta ed ha lieve influenza sul fattore della stabilità complessiva dell'opera e generalmente non se ne tiene conto, tanto più che, come si è detto, agisce generalmente a favore della stabilità.

Stabilità della fondazione.

La stabilità della fondazione è in relazione alla resistenza del terreno di fondazione. che è funzione dei fattori fisici e geologici che lo definiscono. La determinazione della resistenza specifica del terreno è oggetto di studi teorici e pratici, fra i quali quelli recentemente effettuati con l'apparecchio tagliente (metodo svedese di Fellenius).

Tuttavia non essendosi ancora giunti a conclusioni di carattere applicativo è norma di prudenza attenersi nelle applicazioni a carichi specifici piuttosto bassi, che si possono ottenere allargando sufficientemente il blocco di fondazione, oppure con provvedimenti eccezionali quali, le palificazioni di costipamento o di sostegno, i cassoni pneumatici, ecc.

Queste brevi premesse d'ordine generale ci confermano però la necessità di esaminare con la dovuta oculatezza il problema di cui trattasi.

* * *

Per una esauriente analisi delle condizioni di stabilità dei muri di sostegno della linea Arona-Domodossola si è proceduto pertanto al rilievo delle loro dimensioni facendo numerosi assaggi, sia in sommità che in fondazione.

Si è constatato che la Soc. Mediterranea ha adottato di massima due soli tipi di muri. Il tipo così detto a sdraio, avente cioè scarpa esterna inclinata di un quinto e scarpa interna a strapiombo inclinata di un decimo: questo è il tipo maggiormente adottato. Quando invece, per ragioni di spazio, si è dovuta mantenere la parete esterna verticale, si è adottato un secondo tipo con paramento contro terra a riseghe disposte in modo da formare la inclinazione media di cm. 20 per metro di altezza.

Gli spessori riscontrati negli assaggi corrispondono di massima a quelli indicati nelle tabelle istituite dalle Ferrovie Mediterranee.

La tabella che fissa le dimensioni di muri a sdraio è la seguente:

Altezze h	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00
Spessore x (sommità)	0,60	0,60	0,60	0,62	0,78	0,94	1,09	1,25	1,40	1,56	1,71	1,87	2,02	2,18	2,33	2,49	2,64	2,80
Spessore y (base)	0,70	0,80	0,90	1,02	1,28	1,54	1,79	2,05	2,30	2,56	2,81	3,07	3,32	3,58	3,83	4,09	4,34	4,60

La formula corrispondente alla tabella è lineare, con parametro eguale a 0,156; il muro con paramento esterno verticale è definito direttamente da altra formula lineare con coefficiente 0,22.

* * *

In questi ultimi anni le Ferrovie dello Stato nelle nuove costruzioni hanno fissato per i muri di sostegno solo tre tipi normali, corrispondenti alla inclinazione del paramento esterno di 1/5, 1/10; oppure verticale: in tutti e tre questi tipi il paramento interno ha l'inclinazione di 1/10 e lo spessore in sommità s è dato dalla relazione lineare

$$s = a\ h \qquad [2]$$

dove h è l'altezza del piano del ferro al piano di risega ed a è uguale rispettivamente a 0,12, 0,18 e 0,30 per i tre tipi sopradetti.

Non si ammettono più muri a sdraio, perchè questi non sono di per se stessi staticamente stabili.

Un effettivo confronto fra i tipi di muri adottati dalla Soc. Mediterranea e quelli delle Ferrovie dello Stato può quindi effettivamente essere fatto soltanto per i muri a paramento verticale: tale confronto risulta anzi opportuno perchè, se è pure vero che il coefficiente a della formula sopradetta è minore per i tipi della Soc. Mediterranea, effettivamente in questi ultimi l'inclinazione del paramento interno è maggiore. Tale confronto per muri sino all'altezza di m. 12 risulta dallo specchietto seguente:

Altezze h	SPESSORI				Differenze		*Avvertenze*
	Sommità		Base				
	F. S.	Mediter.	F. S.	Mediter.	Sommità	Base	
12	3,60	2,64	4,92	4,89	— 0,96	— 0,03	Per le F. S. h è calcolato dal P. F. mentre per la Mediterranea è calcolato dal P. R.
11	3,30	2,42	4,48	4,42	— 0,88	— 0,06	
10	3,00	2,20	4,05	4,20	— 0,80	— 0,15	
9	2,70	1,98	3,62	3,72	— 0,72	+ 0,11	
8	2,40	1,76	3,18	3,26	— 0,64	+ 0,08	
7	2,10	1,54	2,75	2,79	— 0,55	+ 0,04	
6	1,80	1,32	2,32	2,32	— 0,48	+ 0,00	
5	1,50	1,10	1,99	2,10	— 0,40	+ 0,11	
4	1,20	0,88	1,55	1,63	— 0,32	+ 0,08	
3	0,90	0,66	1,12	1,16	— 0,24	+ 0,04	

Una sensibile differenza di spessore si ha solo in sommità mentre alla base i muri dei due tipi hanno dimensioni quasi uguali.

Si deduce subito che i muri a paramento esterno verticale della linea Arona-Domodossola possono essere mantenuti, anche nelle attuali condizioni, provvedendo ad aumentare lo spessore del muro stesso nella parte superiore, riducendo l'inclinazione della scarpa interna da 1/5 ad 1/10, ciò che è agevole fare quando i detti muri devono essere sopraelevati.

* * *

L'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato in passato ammetteva come suoi tipi normali anche i due tipi di muro che troviamo sulla linea Arona-Domodossola. (Modalità da adottarsi per la compilazione di progetti di manufatti, muri e gallerie [1907] curato dlal'ing. Gerard).

È sembrato opportuno fare un confronto fra i tipi della Mediterranea e questi tipi delle F. S. che, come dimensioni, rappresentano una fase intermedia fra quelli ora adottati da questa Amministrazione.

Abbiamo invero che per il muro a sdraio (tipo 6 delle citate modalità 1907) il parametro a della formula [2] è 0,20 e per quello a paramento verticale (tipo 3) è 0,24; i parametri adottati dalla Soc. Mediterranea, come si è detto, sono invece rispettivamente 0,156 e 0,22.

Si nota che la differenza fra i parametri è molto forte, specialmente nel tipo di muro a sdraio, nel senso che risultano maggiori le dimensioni fissate dalle Ferrovie dello Stato. Non si può però senz'altro affermare che i muri della Soc. Mediterranea siano staticamente insufficienti: la circostanza che sono stati adottati in molte ed importanti linee senza inconvenienti conferma il contrario.

Il motivo della differenza dei parametri delle formule non è ben chiaro, mancando la conoscenza degli elementi fondamentali che sono serviti di base per la loro determinazione.

Si sa solamente che le formule delle Ferrovie dello Stato (modalità 1907, si riferiscono a terre asciutte in equilibrio sotto un angolo di 35° ed a murature di pietrame aventi peso maggiore di 2200 kg. per mc.

Per venire a tale confronto si è proceduto ad una verifica diretta della stabilità di questi muri. In detta verifica si sono adottati, anche per i muri della Soc. Mediterranea, i coefficienti stabiliti dalle Ferrovie dello Stato e cioè peso specifico della muratura 2200 kg. per mc. ed ipotesi di terre asciutte in equilibrio sotto l'angolo di 35°. Abbiamo aggiunto che il peso specifico di queste terre è fissato di 1600 kg. per mc. e che il sovraccarico è costante e pari a 2500 kg. per mq., corrispondente cioè ad una altezza di terra di m. 1,56.

Ci siamo serviti per la verifica delle tabelle proposte dal dott. ing. Ettore Lo Cigno (1) che tengono conto di tutti i fattori che ci interessano, adottando i coefficienti relativi alla teoria di Boussinesq e Resal. Queste tabelle, come quelle in uso nelle Ferrovie dello Stato e nelle altre compagnie ferroviarie, sono basate sulla formula lineare già ricordata:

$$S = a\ h \qquad [2]$$

Esse tengono conto però dell'influenza del sovraccarico accidentale introducendo il rapporto costante $\frac{h_s}{h}$, ossia del rapporto fra l'altezza del sovraccarico ridotto in terra e l'altezza del muro.

Vengono cioè definiti i tre casi della sollecitazione del piano di risega; ossia:

a) il centro di pressione coincide col terzo medio della base;

b) il centro di pressione cade fuori dal terzo medo della base;

c) grossezza del muro in rapporto ai coefficienti di rovesciamento:

$$n = 1{,}5 \text{ ed } n = 2.$$

Tutti questi casi sono previsti per tre rapporti h_r/h eguali a zero, a 0,30 ed a 0,60 e per terreno avente angolo di attrito $\varphi = 35°$ e $\varphi = 25°$

La tabella è infine completata con i valori del rapporto h/k, in cui k è la sollecitazione del materiale che costituisce il muro. Tali rapporti permettono il rapido calcolo di k per i diversi valori di h.

Occorrendo a noi di conoscere la funzione degli spessori in sommità rispetto all'altezza del muro con sovraccarico accidentale costante, anzichè del rapporto h_r/h costante previsto dalle tabelle di cui sopra, sempre basandoci su dette tabelle, abbiamo costruito il nostro diagramma procedendo nel modo seguente:

In base ai coefficenti dati dalle tabelle, abbiamo tracciato su un sistema di assi ortogonali in cui le ascisse rappresentano gli spessori S del muro in sommità e le ordinate le altezze h, tre rette a, b, c (figura 9), corrispondenti ai valori dello spessore in sommità nei casi in cui $h_r/h =$ zero; $h_r/h = 0.30$; $h_r/h = 0{,}60$.

Per passare dal diagramma a rapporto $h_r/h =$cost. a quello in cui $h_r =$ cost., basta ricavare h da ciascuna delle relazioni precedenti, ossia avremo:

$$h_1 = h_r/0; \quad h_2 = h_r/0{,}30, \quad h_3 = h_r/0{,}60.$$

(1) « Cemento armato », fascicolo n. 2, febbraio 1934.

L'incontro delle orizzontali tracciate per questi valori di h con le rette già tracciate determinano tre punti, di cui il primo è all'infinito nella direzione della retta tracciata per $h_r/h =$ zero e gli altri due rispettivamente sulle altre due rette. La linea che unisce detti punti è il diagramma degli spessori in sommità per sovraccarico h_r costante, ossia il diagramma da noi cercato.

Si rileva che detto diagramma non è rettilineo, ma è costituito da una curva che parte dall'origine degli assi di riferimento orizzontalmente, si inflette poi verso l'alto per assumere un andamento quasi rettilineo parallelamente alla retta corrispondente agli spessori del muro per sovraccarico accidentale zero.

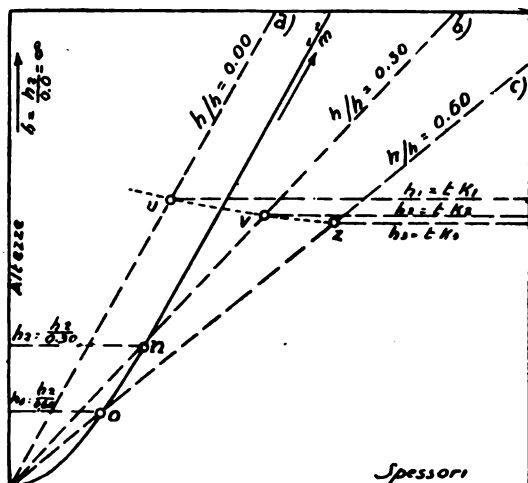
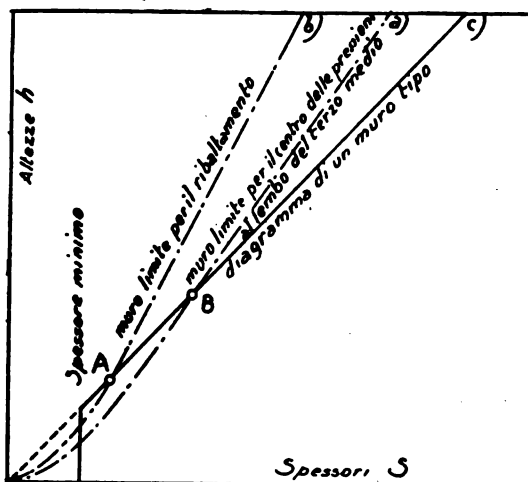



FIG. 9. FIG. 10.

È facile poi, per mezzo dei coefficienti $t = h/k$, che si trovano nelle tabelle dell'ing. Lo Cigno, determinare i valori di K (sollecitazione massima del materiale in corrispondenza del piano di risega). Basta infatti ricavare per ciascuno dei rapporti h_r/h il valore di h per il quale k assume il valore della sollecitazione che si cerca. Avremo:

$$h_1^1 = K\, t_1 \,; \quad h_2^1 = K\, t_2 \,; \quad h_3^1\, K\, t_3.$$

Tracciate anche in questo caso le orizzontali per i valori trovati di h (fig. 9) gli incontri con le rispettive rette degli spessori determinano i punti in cui K assume il valore fissato. La linea che unisce questi tre punti taglia il diagramma degli spessori con carico costante in un punto corrispondente allaltezza h per cui si ha la stessa sollecitazione K.

Di questi diagrammi se ne possono tracciare due, uno relativo alla condizione che la risultante delle forze passi per il limite esterno del nocciolo d'inerzia della sezione di base, e l'altro relativo alla condizione di rovesciamento del muro con coefficiente di sicurezza da fissare.

Il diagramma si presenta come rappresentato schematicamente nella fig. 2. La linea a rappresenta il diagramma degli spessori del muro nel caso in cui la risultante passa per il lembo del terzo medio della base del muro, la linea b rappresenta le stesse condizioni nel caso del ribaltamento con coefficiente da stabilire. La retta c rappresenta infine il diagramma lineare del muro tipo che si vuole confrontare.

Appare chiaramente che sino all'altezza A il muro deve essere considerato instabile perchè lo spessore in sommità è minore di quello calcolato; per altezze comprese fra i punti A e B si ha che il centro di pressione cade fuori dal terzo medio della base, ma non si raggiunge il limite di ribaltamento; per altezza oltre il punto B il muro è esuberante e ciò fino a quando la sollecitazione del materiale non supera il coefficiente di sicurezza.

Applicando il metodo di confronto sopra esposto si sono tracciati i diagrammi fig. 11 relativo ai muri a sdraio e fig. 12 relativo ai muri a paramento verticale e corrispondenti ai tipi della Soc. Mediterranea e delle Ferrovie dello Stato (modalità del 1907).

* * *

Veniamo all'interpretazione dei diagrammi:

Muri a sdraio.

La stabilità al rovesciamento (coefficiente 1,5) secondo il diagramma fig. 11 si ha soltanto sopra l'altezza di m. 7,70 per i muri della Soc. Mediterranea ed al di sopra di m. 3,70 per quelli delle F. S.

Si spiegherebbero così, per i muri della linea Arona-Domodossola, le lesioni che si sono qualche volta verificate in alcune determinate condizioni.

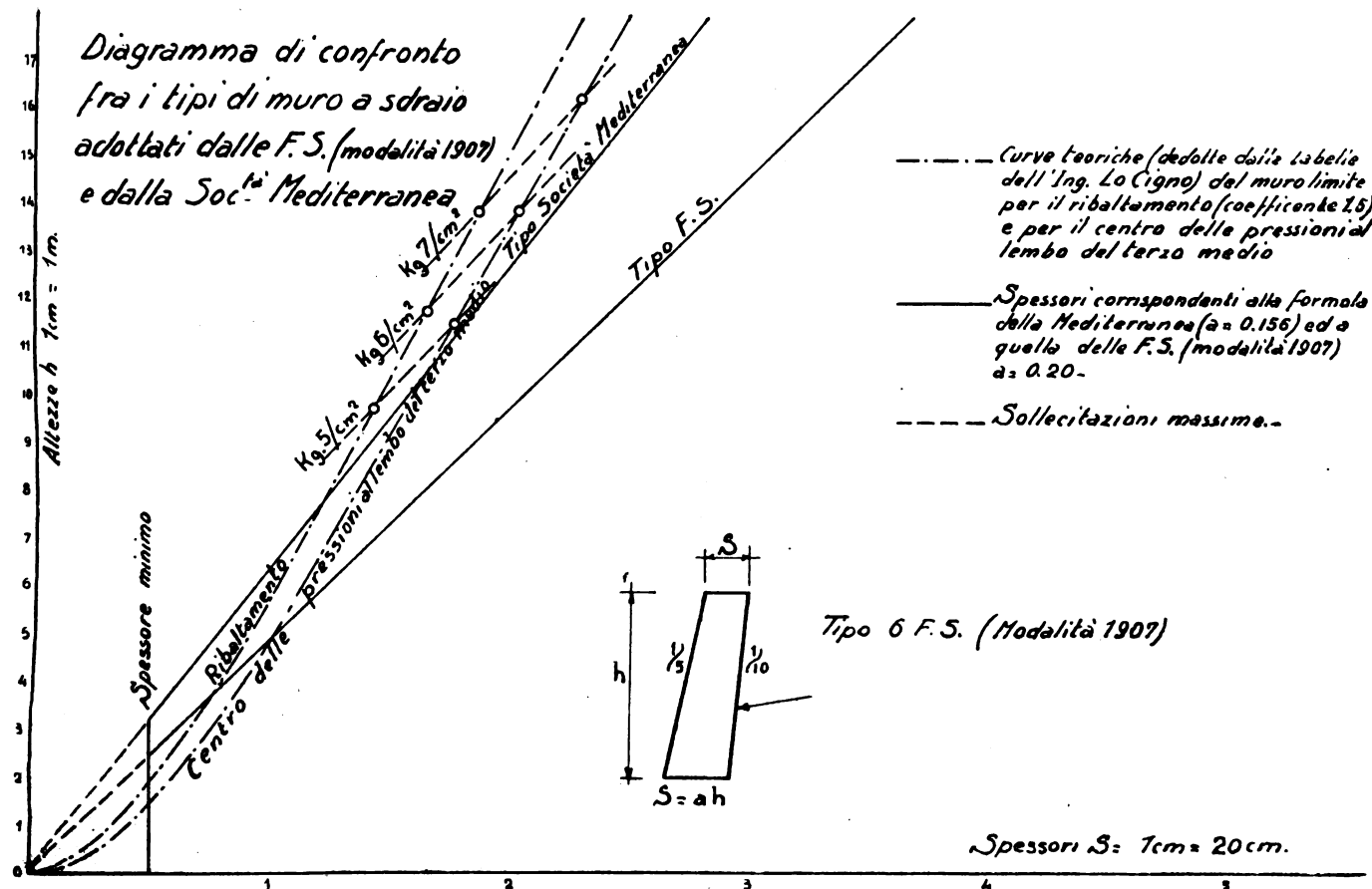
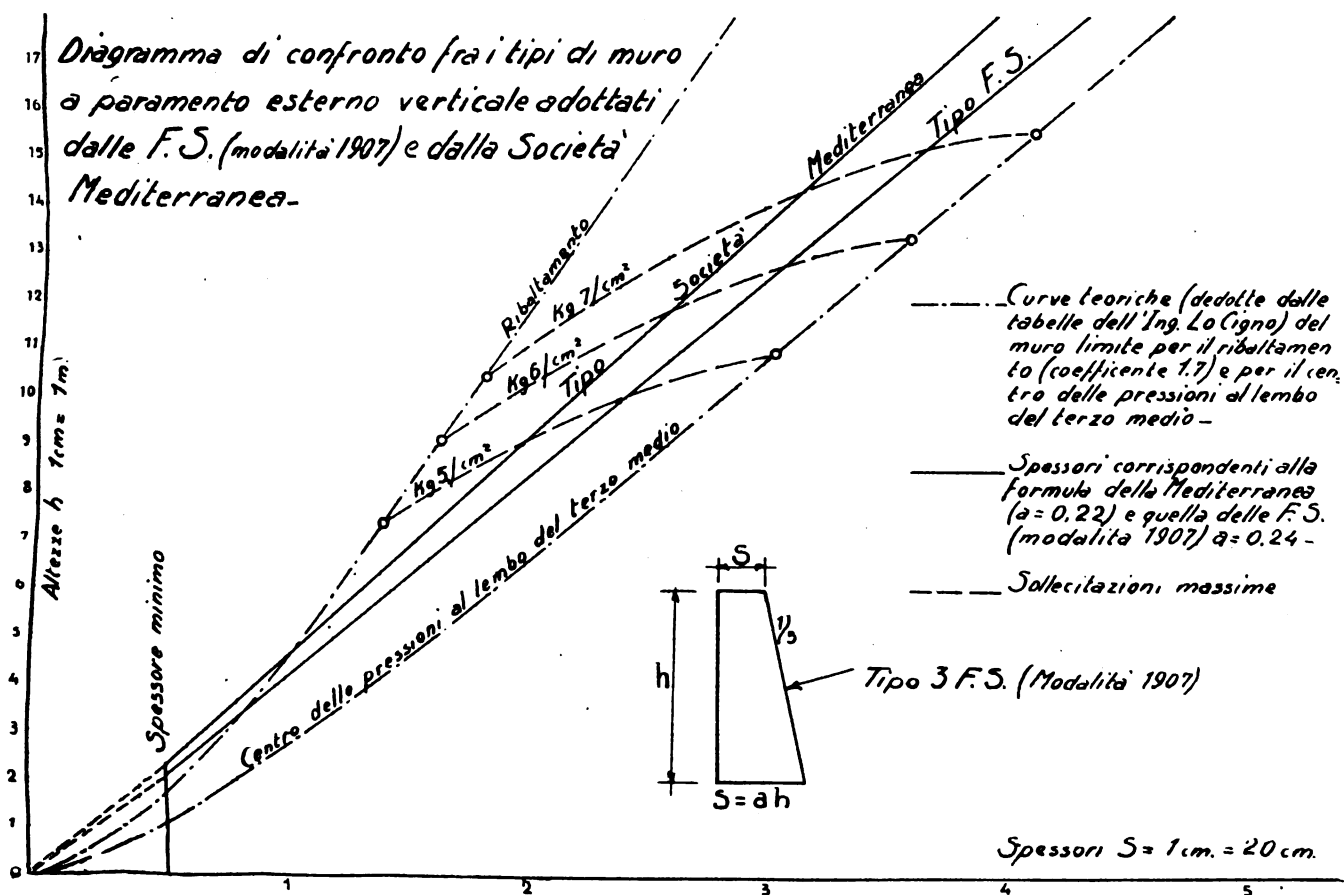
Tuttavia vi sono altri elementi che permettono di considerare sotto questo punto di vista tali muri senza preoccupazione, quali la ormai avvenuta costipazione o coesione del terreno retrostante, la rigidità colla fondazione, la controspinta, la bontà delle murature.

Riguardo al centro delle pressioni, per i muri della Soc. Mediterranea, si ha che esso cade nel terzo medio solo oltre l'altezza di m. 10,50. Tuttavia dal diagramma stesso risulta che anche fino all'altezza di m. 12 la sollecitazione massima sul lembo esterno alla base rimane inferiore al limite praticamente ammissibile di kg. 5 per centimetro quadrato.

Muri a paramento verticale.

Secondo il diagramma fig. 12, la stabilità al ribaltamento si avrebbe al di sopra dei m. 4,50 per i muri della Mediterranea ed a m. 3,30 per i muri delle F. S.

Però questi muri si possono considerare stabili anche al disotto di tali limiti considerando che il coefficiente di sicurezza al ribaltamento è stato tenuto a 1,7 anzichè 1,5 come per il diagramma precedente. Per entrambi i tipi, al disopra delle predette altezze, il centro di pressione cade fuori dal terzo medio della base, ma le curve dei muri si allontanano dalla curva limite del ribaltamento.

L'unica limitazione pertanto è data dal crescere della sollecitazione specifica del materiale col crescere dell'altezza dei muri. Anche qui, facendo una interpolazione fra i valori della sollecitazione relativi ai due casi del centro di pressione al terzo medio e del ribaltamento, si conclude che tale altezza massima ammissibile, considerando la sollecitazione specifica di kg. 6 cmq., per i muri della Mediterranea, è di circa m. 11,50 e per quelli delle F. S. di circa m. 14. La prima è infatti l'altezza massima di tale tipo di muro che si verifica sulla linea Arona-Domodossola.

CONCLUSIONE

La verifica diretta della stabilità dei muri della linea Arona-Domodossola ha dimostrato che effettivamente le formule lineari non rispondono bene alle esigenze pratiche, specialmente per i muri bassi.

Nonostante i risultati ottenuti nelle verifiche, si ha in effetti che i muri ora studiati presentano praticamente i caratteri di opere che hanno ben resistito per oltre 30 anni, rispondendo in pieno al loro scopo, anche quelli che, essendo dalla parte del binario in esercizio, sono già ora al massimo sollecitati.

Risulta evidente quanto sia grande l'importanza del materiale di costruzione e del modo di costruzione.

Le leggere lesioni che in qualche caso si sono verificate richiamano poi l'attenzione sulla grandissima importanza della resistenza del piano di fondazione e sulla necessità di determinare esattamente la massima compressione che il terreno di fondazione può portare, come del resto hanno dimostrato anche recentemente alcuni studi (ricerche di von Terzaghi).

Corsa di prova del 20 luglio: velocità massima Km/h 203; velocità media di 176 Km/h su 200 Km.

Il 20 luglio venne eseguita una corsa di prova con elettrotreno tra Firenze e Milano con l'intervento di S. E. Benni, Ministro delle Comunicazioni; di S. E. Jannelli, sottosegretario per le Ferrovie; del Direttore Generale e del Vice Direttore Generale delle F. S. e con una larga partecipazione della stampa italiana ed estera.

Ecco i risultati raggiunti:

Firenze-Bologna	Km. 97 in 38'.	Velocità com.le	154 Km/h
Bologna-Milano	» 219 » 77'.	»	» 171 »
Firenze-Milano	» 316 » 115'.	»	» 165 »

Il tratto fra Lavino e Rogoredo, di 200 Km., fu percorso alla velocità media di 176 Km/h. La velocità massima fu di 203 Km/h.

Per la valutazione dei risultati finanziari delle ferrovie francesi.

Una seduta della società degli ingegneri civili di Francia è stata interamente dedicata all'esame delle condizioni della *Società Nazionale* delle Ferrovie.

I dirigenti dei vari servizi dell'azienda hanno illustrato alcuni aspetti particolari dell'andamento dell'esercizio: sicurezza ed organizzazione dei trasporti; traffici e tariffe; materiale e trazione, attrezzatura; manutenzione della linea.

Il direttore generale Le Besnerais ha formulato alcune considerazioni ed ipotesi, di seguito riassunte, che dovrebbero permettere un'esatta valutazione dei risultati finanziari già conseguiti dalla nuova Società delle ferrovie francesi e di quelli prevedibili per l'anno in corso.

Il deficit del 1937 è stato di 6 miliardi; per il 1939 si può prevedere l'equilibrio del conto d'esercizio, esclusi beninteso gli oneri del conto capitale. La Società Nazionale avrebbe potuto disporre, alla fine del 1937, d'una riserva di circa 19 miliardi se le spese d'impianto fossero state coperte ogni anno senza ricorrere al prestito e se le tariffe avessero assunto valori variabili: come i prezzi all'ingrosso per le merci e come il costo della vita per i viaggiatori. Ora vi è interesse a che il traffico aumenti, poichè, se esso aumenta o diminuisce di 100, le spese non aumentano o diminuiscono, rispettivamente, che di 25. Di qui la necessità di praticare prezzi bassi nei periodi di crisi per aumentare il traffico e prezzi elevati in periodo di prosperità per ammortizzare i deficit anteriori e creare riserve.

Dagli elementi particolari forniti dai dirigenti dei singoli rami, risulta che mediante la concentrazione è stato possibile ridurre le spese per studi, indicare i problemi più urgenti e facilitare l'estensione delle soluzioni scelte. L'economia realizzata sin dal 1939 dalla Società Nazionale oltrepasserà il 10 per cento rispetto al 1937. Questo risultato permetterebbe di considerare l'avvenire con ottimismo, poichè basterebbe un incremento di traffico del 40 per cento per raggiungere l'equilibrio finanziario, tenuto conto degli oneri del capitale.

Prove in cantiere su travetti in calcestruzzo debolmente armati

Dott. Ing. A. PERFETTI
per incarico del R. Istituto Sperimentale (Sezione ferroviaria) del Ministero delle Comunicazioni

Riassunto — **Le nuove Norme per le costruzioni in cemento armato che sono state studiate dal C. N. d. R. stabiliranno che il calcestruzzo, oltre che esser provato su cubi, sia provato anche in travetti armati.**

L'A. ha effettuato una serie di prove comparative per vedere in che relazioni si potranno trovare i valori della resistenza massima di compressione ricavati dai travetti armati rispetto a quelli della resistenza cubica.

Premesse.

Una Commissione nominata dal Consiglio Nazionale delle Ricerche ha studiato uno schema di nuove norme per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice od armato, che attende la discussione ed approvazione degli organi tecnici e legislativi competenti.

Le modifiche che tale schema introduce rispetto alle Norme in vigore sono parecchie ed alcune di esse radicali. La più importante, quella sull'aggregato, è stata già illustrata su questa Rivista (1).

Elemento essenziale per il giudizio su la bontà del calcestruzzo posto in opera resta sempre, anche con le nuove norme, la sua resistenza cubica su cubi di 16 o 20 cm. di lato, ricavati entro forme metalliche, con stagionatura di 28 giorni, determinata con apposite macchine e speciali accorgimenti presso Laboratori Ufficiali.

È inoltre fatto obbligo al Direttore dei lavori di prelevare i campioni dagli impasti con la frequenza richiesta dalla natura e dalla importanza delle opere, per ogni tipo d'impasto ed in ogni caso, almeno per ogni 500 mc. di getto di conglomerato.

Una novità consiste nella prescrizione che per ogni getto di 500 mc. di conglomerato saranno formati contemporaneamente ai cubi anche tre travetti armati.

Tali travetti debbono avere la lunghezza di m. 2,20, la sezione di 70 × 86 mm. La loro armatura è costituita di due tondini di ferro da 12 mm. di diametro, tangenti alla linea di base del trave (lato di 70 mm.) posti con il centro a 20 mm. dalle superfici laterali (fig. 1).

I tondini durante il getto vanno tenuti in posto a mezzo di sagome di legno. Eseguito il getto nelle forme, si allontanano le sagome e si riempiono i vuoti.

Le casseforme di legno devono esser accuratamente pulite prima del getto. Tali casseforme potrebbero essere confezionate secondo il disegno di cui la fig. 2.

---

(1) *Criteri pratici da seguire nella preparazione degli aggregati per calcestruzzi in base alle nuove Norme proposte dal C. N. d. R.* Ing. A. Perfetti: « Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane », n. 2, del 15 agosto 1938-XVI.

FIG. 1.

FIG. 2

Lo schema delle nuove Norme aggiunge solo che tali travetti sono da sperimentarsi in cantiere coll'eventuale controllo di un Laboratorio ufficiale.

Nulla è detto circa le modalità da seguirsi per tali prove, circa la stagionatura alle quali debbono esser eseguite, circa le formule e coefficienti da usare per ricavare i valori delle sollecitazioni unitarie del ferro e del calcestruzzo.

SCOPO E PROGRAMMA DELLO STUDIO ESEGUITO.

Tali prove di cantiere potranno essere utili perchè mostreranno come si comporta nei vari casi il calcestruzzo alla sollecitazione di flessione unitamente con il ferro e come questo aderisca a quello, compartecipando alle sue variazioni di lunghezza per fenomeni termici, di ritiro e meccanici; ma la maggiore utilità di tali prove si avrebbe se i valori delle sollecitazioni unitarie massime di rottura a cui la zona più compressa del travetto è sottoposta, calcolati con le formule comuni della scienza delle costruzioni, fossero in una relazione semplice con i valori che sullo stesso agglomerato si ottiene nelle prove di Laboratorio alla sollecitazione di compressione su cubi.

In tal caso nel cantiere, volendo anche dopo soli 7 giorni, si potrebbe avere il controllo della bontà del calcestruzzo posto in opera.

La resistenza cubica del calcestruzzo è funzione di tante variabili tra le quali le più importanti sono: granulometria dell'aggregato, qualità e quantità del cemento e quantità dell'acqua.

La resistenza del calcestruzzo con la partecipazione del ferro nella sollecitazione di flessione, sarà collegata alle variabili suddette dalla stessa funzione? Si avrà cioè tra le due resistenze un rapporto costante, indipendente dalle variabili da cui dipendono?

E nella ipotesi che ciò fosse, quale sarà il parametro di tale rapporto?

Rispondere a tali quesiti è stato lo scopo dello studio di cui si riferisce nel presente articolo.

Il programma espletato a tal fine è il seguente:

Con vari tipi di cementi utilizzati dalle Ferrovie dello Stato per i propri lavori e di cui sono stati inviati all'Istituto Sperimentale i campioni per le prove normali di legge sono stati eseguiti anche calcestruzzi a vari tenori di cemento ed a diverso dosaggio d'acqua.

Con tali calcestruzzi sono stati confezionati cubi e travetti armati, sollecitati sino a rottura, alla stagionatura di 28 giorni.

I travetti sono stati poggiati su pilastrini con campata libera di m. 1.80 e sollecitati con carico concentrato alla mezzeria.

Applicando le formule:

$$X = \frac{mFf}{b} \left\{ -1 + \sqrt{1 + \frac{2bh}{mFf}} \right\}$$

$$\sigma c = \frac{2\,M}{b\,x\left(h - \frac{X}{3}\right)}$$

$$\sigma f = \frac{M}{Ff\left(h - \frac{X}{3}\right)}$$

$$M = \frac{I}{4}\,Pl$$

Tabella A

RISULTATI DELLE PROVE ESEGUITE.

Numero d'ordine	CEMENTO		CALCESTRUZZO									RAPPORTI	
				SEMIFLUIDO			FLUIDO					Cemento - Calcestr.	
	TIPO	Res. comp. Kg/cm.²	Cemento Kg/m.³	Compress. Kg/cm.²	Fless. Kg/cm.²	$\frac{B-C}{B}$ 100	Compress. Kg/cm.	Fless. Kg/cm.	$\frac{D-E}{D}$ 100	$\frac{B-D}{D}$ 100	$\frac{C-E}{C}$ 100	$\frac{B}{A}$	$\frac{D}{A}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		A		*B*	*C*		*D*	*E*					
1	Port. nor. . .	487	250	188	154	+ 18,00	147	152	— 3,40	+ 21,82	+ 1,30	0,39	0,30
2	Port. sc. . .	407	250	157	171	— 8,90	123	143	— 16.25	+ 21,65	+ 16,37	0,39	0,30
3	Port. a. r. .	626	250	316	280	+ 10,14	264	247	+ 6,42	+ 16,50	+ 11,80	0,50	0,42
4	Port. nor. . .	454	300	226	167	+ 26,10	166	220	— 32,50	+ 26,50	— 10,75	0,50	0,37
5	Port. sc. . .	406	300	210	215	— 2,38	149	224	— 50,15	+ 29,00	— 4,18	0,52	0,37
6	Port. a. r. .	521	300	323	271	+ 16,10	273	308	— 12,80	+ 15,95	— 13,65	0,62	0,52
7	Port. sc. . .	441	300	230	276	— 20,00	184	240	— 23,30	+ 20,00	+ 13,05	0,52	0,42
8	Port. nor. . .	497	360	308	311	— 1,00	219	268	— 22,35	+ 28,80	+ 13,80	0,62	0,44
9	Port. sc. . .	394	360	187	214	— 14,40	156	205	— 31,35	+ 16,55	+ 4,20	0,47	0,39
10	Port. nor. . .	470	360	325	317	+ 2,46	231	323	— 39.70	+ 28,90	— 1,89	0,69	0,49
11	Port. a. r. .	615	360	407	322	+ 20,90	320	332	— 3.75	+ 21,40	— 3,10	0,66	0,52
12	Port. nor. . .	482	400	376	352	+ 6,38	309	288	+ 6,80	+ 17.80	+ 18,15	0,78	0,64
13	Port. nor. . .	482	400	239	270	— 12,95	177	249	— 40,65	+ 25,90	+ 7,78	0,49	0,37
14	Port. a. r. .	609	400	390	445	— 14,10	284	369	— 29,90	+ 27,15	+ 17,05	0,64	0,47
15	Port. nor. . .	500	500	300	397	— 32,30	261	361	— 36,70	+ 13,00	+ 9,05	0,60	0,52
16	Port. sc. . .	421	500	278	273	+ 1,80	235	261	— 11,05	+ 15,45	+ 4,40	0,66	0,72
17	Port. a. r. .	591	500	462	462	—	425	432	— 1,64	+ 8,00	+ 6,50	0,78	0,72
18	Pozz. nor. .	441	250	207	185	+ 10,62	155	185	— 19,35	+ 25,00	—	0,47	0,35

19	Pozz. sc. . .	364	250	135	171	— 26,60	107	107	—	+ 14,80	+ 37,40	0,37	0,29
20	Pozz. a. r. .	592	250	233	233	—	175	191	— 8,36	+ 24,90	+ 17,70	0,39	0,29
21	Pozz. sc. . .	400	300	225	232	— 3,11	207	207	—	+ 8.00	+ 10,80	0,56	0,51
22	Pozz. sc. . .	406	300	175	169	+ 3,43	134	169	— 26,10	+ 23,40	—	0,43	0,33
23	Pozz. a. r. .	600	300	242	280	— 15,70	237	272	— 14,75	+ 2,07	+ 2,86	0,40	0,39
24	Pozz. nor. .	540	360	267	308	— 15,35	226	220	+ 2,66	+ 15,35	+ 28,50	0,49	0,42
25	Pozz. nor. .	452	360	225	208	+ 7,56	192	208	— 7,70	+ 14,65	—	0,50	0,42
26	Pozz. a. r. .	530	360	349	252	+ 27,80	283	252	+ 10,95	+ 18,90	—	0,66	0,53
27	Pozz. nor. .	642	400	298	298	—	251	298	— 18,70	+ 14,60	—	0,46	0,39
28	Pozz. nor. .	500	400	238	327	— 37,40	198	235	— 18,70	+ 16,80	+ 28,10	0,48	0,40
29	Pozz. nor. .	452	400	190	221	— 16,30	163	210	— 28.80	+ 14,20	+ 4.98	0,42	0,36
30	Pozz. nor. .	474	500	228	249	— 10.85	202	211	— 4,45	+ 11,48	+ 15,25	0,48	0,42
31	Pozz. a. r. .	544	500	324	262	+ 19,15	255	272	— 2,66	+ 21,30	— 3,58	0,59	0,47
32	Al. for. nor.	491	250	221	146	+ 34,30	155	146	+ 5,79	+ 29,80	—	0,45	0,32
33	Al. for. nor.	507	250	198	227	— 14,65	142	200	— 40,75	+ 28,25	+ 11,90	0,39	0,28
34	Al. for. nor.	556	300	294	294	—	234	280	— 19,62	+ 20,35	+ 4,75	0,53	0,42
35	Al. for. a. r.	665	360	456	386	+ 15,35	340	365	— 17,34	+ 25,45	+ 5,41	0,68	0,51
36	Al. for. nor.	451	400	236	236	—	177	211	— 16,15	+ 25,00	+ 10,57	0,52	0,39
37	Al. for. sc. .	397	500	235	223	+ 5,11	221	269	— 21,70	+ 5,95	— 20,60	0,59	0,55
38	Alluminoso .	860	250	391	402	— 2,31	377	385	— 2,13	+ 3,57	+ 4,23	0,45	0,43
39	Alluminoso .	905	360	669	480	+ 28,30	489	480	+ 1,84	+ 26,75	—	0,74	0,54
40	Alluminoso .	906	400	717	520	+ 12,50	606	490	+ 19,15	+ 15,45	+ 5,57	0,79	0,67
41	Alluminoso .	837	500	602	480	+ 18,30	559	408	+ 27,00	+ 7,12	+ 15,00	0,72	0,67

ove:

X = distanza dell'asse neutro dal lembo superiore della sezione;
Ff = sezione del ferro (2,262 cmq.);
b = base della sezione (7,0 cm.);
h = distanza del centro dei tondini dal lato superiore (8,0 cm.);
m = rapporto dei moduli di elasticità del ferro e del calcestruzzo (assunto il valore 10);
M = momento flettente;
P = carico concentrato applicato alla mezzeria producente rottura del travetto;
σc = carico unitario massimo di sollecitazione del calcestruzzo;
σf = carico unitario di sollecitazione del ferro;
l = campata.

Risulta che effettuando su i travetti le prove a flessione con le modalità riferite, trovato il carico P di rottura si ricava:

$$\sigma c = 0{,}428\,P \quad \text{e} \quad \sigma f = 3{,}084\,P.$$

Le prove si sono eseguite a tenori di 250, 300, 360, 400, 500 chilogrammi di cemento per metro cubo di aggregato.

L'aggregato usato è stato sempre identico, costituito dalla riunione di otto classi di materiale monogranulare in proporzioni tali da costituire una curva di Füller.

L'acqua per il tipo d'impasto semifluido si è calcolata in base a quella richiesta da ciascun cemento per la pasta normale, più quella, sempre costante, per bagnare l'aggregato.

Per il tipo d'impasto fluido si è incrementata l'acqua del tipo semifluido di 30 litri a mc.

Sono stati sperimentati cementi Portland, pozzolanici, d'alto forno; normali e di alta resistenza, buoni e scadenti nonchè cemento alluminoso.

Nella tabella A sono stati riportati i risultati ottenuti nella resistenza a compressione del cemento, nelle prove in malta battuta secondo le norme vigenti, la sollecitazione di compressione e di flessione sui calcestruzzi sia semifluidi che fluidi.

Si son poi calcolati e riportati su la tabella stessa le differenze percentuali tra compressione e flessione dei calcestruzzi semifluidi e fluidi, le differenze percentuali tra i calcestruzzi semifluidi e quelli fluidi, sia nella compressione che nella flessione, nonchè i rapporti tra la resistenza a compressione del calcestruzzo e quella del cemento, e tra la resistena a flessione del calcestruzzo e quella sempre a compressione del camento.

Sono stati provati 17 cementi Portland, 14 cementi pozzolanici, 6 cementi d'alto forno e 45 cementi alluminosi.

I risultati sono naturalmente diversi in dipendenza della diversità di tipo e della diversità di fabbricazione, anche fra quelli dello stesso tipo. Ma poichè le differenze di fabbricazione sono meno accentuate che quelle tra tipi diversi, si è ritenuto opportuno effettuare i valori medi di quegli elementi utili allo studio.

Così nella tabella B sono stati riportati i valori per ogni tipo di cemento, delle differerenze percentuali tra i valori di compressione e di flessione sia per il calce-

struzzo semifluido che per il fluido; nonchè i valori medi sempre per ogni tipo di cemento, delle differenze percentuali tra i valori ottenuti per il semifluido e fluido, sia alla compressione che alla flessione.

Tabella B

		TIPO DEL CEMENTO			
		Portland	Pozzolanico	Alto forno	Alluminoso
Compressione. Flessione	Semifluido	— 0,25 %	— 4.05 %	+ 6,66 %	+ 24,20 %
	Fluido	— 20,13 %	— 9,71 %	— 18,29 %	+ 11,46 %
Semifluido. Fluido	Compressione	+ 20,84 %	+ 16,10 %	+ 22,47 %	+ 13,22 %
	Flessione	+ 5,28 %	+ 10,14 %	+ 2,00 %	+ 6,20 %

Dall'esame dei valori riportati nella prima parte di tale tabella si possono ricavare le seguenti considerazioni che rispondono ai quesiti che sono stati lo scopo principale dello studio.

1. — Per calcestruzzi di consistenza semifluida:

a) Con cementi Portland la resistenza a flessione è in media di pochissimo superiore a quella a compressione (0,25 %).

b) Con i cementi pozzolanici la resistenza a flessione supera in media quella a compressione per una percentuale bassa (4 %).

c) Per i cementi d'alto forno la resistenza a compressione è superiore a quella a flessione (6,66 %);

d) Per i cementi alluminosi la resistenza a compressione è spiccatamente superiore a quella della flessione (24 %).

2. — Per calcestruzzi di consistenza fluida:

a, b) Per i cementi Portland e pozzolanici si accentua la differenza riscontrata sui calcestruzzi semifluidi.

c) Per i cementi d'alto forno avviene l'inversione della differenza già riscontrata.

d) Per i cementi alluminosi non si ha che una diminuzione della differenza.

3. — La differenza di resistenza dei semifluidi rispetto ai fluidi è stata per la compressione in tutti i casi spiccatamente positiva a valore medio elevato (20.84 %). Tale differenza media percentuale è molto più bassa per la flessione (5,28 %) ed in qualche caso è stata pure negativa.

Nella sollecitazione di flessione si ha meno sensibilità del calcestruzzo, con qualsiasi tipo di cemento sia costituito, al quantitativo d'acqua contenuta e ciò rappresenta un elemento a sfavore della tendenza manifestata da alcuni tecnici di sostituire le prove di flessione a quelle di compressione per il collaudo ufficiale dei calcestruzzi. È noto che l'acqua dezza essere messa in proporzione giusta negli impasti poichè l'eccesso nuoce fortemente alla bontà del calcestruzzo; si deve quindi far si che la prova che si effettua per il collaudo dell'agglomerato sia sensibile alla variabile acqua, e la

prova attuale risponde in pieno allo scopo mentre non può dirsi altrettanto della prova di flessione.

CONCLUSIONI.

Le prove sui travetti armati che si dovranno effettuare in cantiere saranno di grande utilità per i direttori dei lavori che potranno da esse, tenendo conto di quanto si è detto sopra, avere un valore approssimato, della resistenza che i calcestruzzi presenteranno nelle prove ufficiali.

Tali travetti nel loro comportamento, se saranno stati a stagionare vicino alle opere costruite con la stessa gettata, riveleranno eventuali difetti (gelo, essiccamento troppo rapido ecc.) che l'opera stessa potesse aver subito.

Opportuna quindi risulta la disposizione introdotta nelle nuove norme circa l'effettuazione di tali travetti armati di prova, a complemento delle prove da farsi su i cubi.

Esposte così le conclusioni che sono state lo scopo del presente studio, l'argomento sarebbe esaurito se non si ritenesse utile, dalle prove eseguite e dai risultati ottenuti, porre in evidenza alcuni elementi allo scopo di mostrare ai tecnici, cosa già nota attraverso altri sperimentatori, ma non generalmente conosciuta nè valorizzata.

Nella tabella C riportata sono stati indicati per impasti semifluidi, i rapporti della resistenza a compressione del calcestruzzo rispetto a quella a compressione del cemento in malta normale battuta, per ciascun tenore di cemento nei calcestruzzi, e per i vari tipi di cemento.

Tabella C

Quantitativo cemento Kg/m.³	Compressione calcestruzzo : Compressione cemento			
	Portland	Pozzolanico	Alto forno	Alluminoso
250	0,43	0,41	0,42	0,45
300	0,54	0,46	0,53	—
360	0,61	0,55	0,68	0,74
400	0,64	0,45	0,52	0,79
500	0,68	0,53	0,59	0,72

Dall'esame di tali rapporti si vede che le resistenze dei calcestruzzi in linea di massima crescono rispetto a quelle dei relativi cementi, al crescere del quantitativo di cemento, ma non in proporzione diretta, per cui l'alta resistenza dei conglomerati non si ottiene, come credono di risolvere il problema molti tecnici, semplicemente con il prescrivere di fare gli agglomerati con un alto tenore di cemento; ma con lo studio attento ed accurato dell'aggregato, con l'uso di cemento di buona resistenza, con la dose giusta di acqua, pur restando nel tenore di cemento nei limiti dei 300 ÷ 360 Kg/mc.

L'economia di cemento, pur ottenendo alte resistenze dell'agglomerato, con lo studio accurato di tutte le altre variabili che nella resistenza danno la loro influenza, oltre a rappresentare un'economia nella spesa delle opere che si costruiscono, alla quale il tecnico deve sempre mirare, è anche, oggi, dovere verso l'Autarchia, poichè economia di cemento significa economia di carbone.

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste, cui detti riassunti si riferiscono, fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri ferroviari italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai Soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S.) L'impianto di forni elettrici nelle officine ferroviarie (*Railway Gazette*, 27 gennaio 1939)

I forni riscaldati elettricamente offrono numerosi vantaggi rispetto a quelli a carbone o combustibile liquido generalmente usati nelle officine ferroviarie, e cioè: dànno una temperatura più uniforme nell'interno del forno ed assicurano un trattamento uguale per tutte le parti della carica, eliminando eventuali distorsioni dei pezzi riscaldati, le temperature possono essere accuratamente controllate, permettendo così di realizzare le massime qualità fisiche del materiale; hanno minor costo di esercizio e di manutenzione; richiedono minor lavoro data la loro automaticità. Nel caso di piccole officine nelle quali il lavoro sia poco, è opportuno far uso di un forno di tipo comune a scatola, che serva per ogni categoria di operazioni. Dove invece la massa di lavoro lo giustifichi, si possono usare forni di tipo speciale.

La fornace con forno a carrello come quella Birlec, che può essere caricata a mezzo di gru, dà buoni risultati per la tempera di bielle di accoppiamento, manovelle od altro materiale pesante e voluminoso, potendo portare 25 tonn. e più. Altro tipo per pezzi molto lunghi è quello cilindrico, a pozzo verticale nel quale la carica sospesa mediante apparecchi resistenti al calore, può essere facilmente portata e immersa nel serbatoio per la tempera, a mezzo di una grù che li prende dall'alto.

Per le officine largamente fornite di utensili, risulta certamente utile eseguire in esse stesse la tempera degli utensili. Due tipi di forni si possono avere per la tempera degli utensili in acciai speciali e per le alte velocità di lavoro, le quali offrono la possibilità di compiere il lavoro senza sfaldamenti o decarburazione: forni ad atmosfera non ossidabile e forni a bagno di sale.

I forni elettrici possono inoltre essere usati con vantaggio per la ricottura degli estremi dei tubi, per la fusione dei metalli bianchi dei cuscinetti, per la tempera di differenti tipi di molle.

Anche nelle fonderie di rame e di ferro i forni elettrici offrono grandi vantaggi, così il tipo Birlec-Detroit, fornace per fusione; si ha infatti riduzione delle perdite per ossidazione, maggior temperatura per il soprariscaldamento del ferro e per la realizzazione delle leghe, controllo della temperatura, economia, ecc. — WALTER TARTARINI.

(B. S.) Evoluzione nella costruzione dei ponti in cemento armato (*Bulletin Technique de la Suisse Romande*, 8 aprile 1939).

Se, nella costruzione dei ponti ad arco in cemento armato, si vogliono realizzare i massimi vantaggi specialmente economici, si arriva all'adozione di linee di insieme molto diverso da quelle dei ponti in muratura alle quali ci si è ormai abituati e che si cerca sempre di imitare con soluzioni di compromesso. Si tratta di studiare se questa tendenza, propria specialmente degli architetti chiamati a collaborare con gli ingegneri calcolatori, è giustificata o se è addirittura preferibile attenersi alle forme dettate da pure considerazioni costruttive.

I ponti cellulari consentono una forte economia di materiale in quanto si chiama a resistere, oltre l'arco propriamente detto, anche i timpani e l'impalcatura stradale. L'aspetto di questi ponti (fig. 1 - Ponte sulla Thur a Billwil) è assai simile a quelli in muratura, con la sola particolarità di un limitato spessore di chiave. Però conservando per l'intradosso dell'arco una linea para-

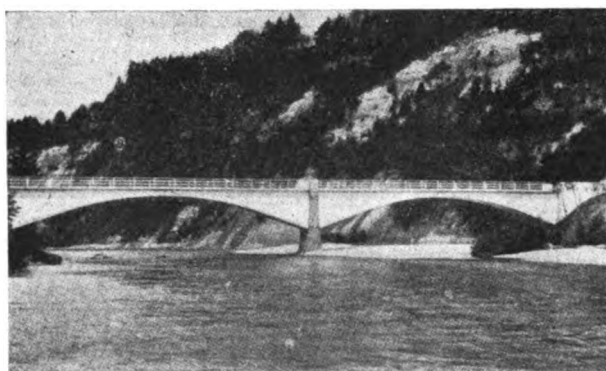



Fig. 1. — Ponte sulla Thur a Billwil.

bolica si nota, specie per grandi luci, il grave inconveniente che la linea delle pressioni, centrata in chiave, diviene sempre più eccentrica man mano che si va verso le imposte, avvicinandosi quivi all'intradosso. Cessa allora in questa zona la collaborazione utile dell'impalcato, il quale tra l'altro diventa soggetto a sforzi di trazione. Questa considerazione fondamentale, unitamente ad altre secondarie, ha indotto a praticare, nei timpani, un'apertura triangolare come si vede nella fig. 2 che rappresenta il ponte sul Reno a Tavasana costruito nel 1905. L'opera non ha sùbito incontrato favore per il suo aspetto alquanto strano; ma nel 1930 un ponte dello stesso tipo, costruito sulla Salgina, ha incontrato il favore dei tecnici e del pubblico.

Fig. 2. — Ponte sul Reno a Tavasana.

Se si considerano i carichi fissi e quelli mobili, si ha che le curve estreme delle pressioni racchiudono uno spazio lenticolare: volendo fare in modo che l'arco sia sollecitato sempre nello stesso modo, si dovrebbe dare all'intradosso una forma ogivale. Ciò non è stato fatto per il ponte sulla Salgina nel quale i due rami dell'intradosso sono stati raccordati in chiave.

In esempi più recenti (fig. 3 - Ponte sulla Thur a Felsegg) è stato adottato senz'altro la forma logica, cioè quella ogivale. Trattandosi di strada di grande traffico percorsa da carichi mo-

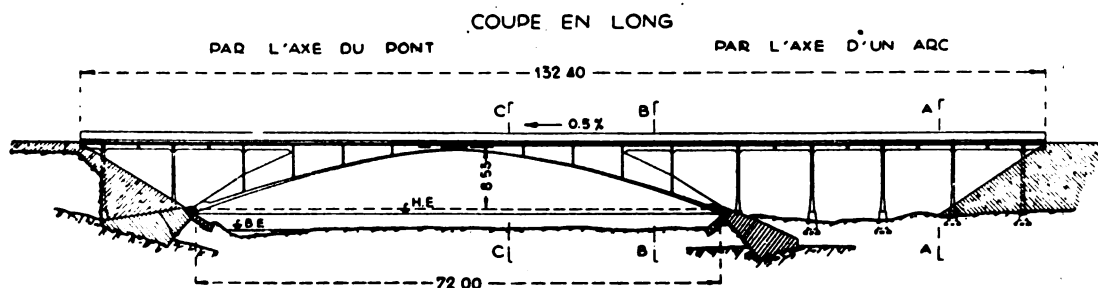



Fig. 3. — Ponte sulla Thur a Felsegg.

bili pesanti, è stato necessario, per conseguire una beneintesa economia di materiale, attenersi ai risultati del calcolo, senza pregiudizi e compromessi. Qualcuno potrebbe ritenerla poco gradita all'occhio per la sua forma ogivale, però ad una tale osservazione si può contrapporre che nell'arte gotica è stato introdotto l'arco ad ogiva a scopi puramente estetici senza una ragione statica. In questo ponte anche la forma dei sostegni del piano viabile è stata leggermente modificata rispetto a quella in uso.

Un esempio pure notevole di ponte ad arco è quello della fig. 4 (Ponte sul Traubach) nel quale l'impalcato stradale, sorretto da robuste travate longitudinali che possono anche costituire parapetto, appoggia sull'arco mediante una serie di sostegni. In questo modo, se la rigidezza del piano stradale è sufficiente, l'arco viene ad essere caricato in modo pressochè costante ed allora il suo spessore può essere ridotto ad un valore molto esiguo, potendosi adottare per il suo asse una funicolare dei carichi che lo sollecitano.

Le innovazioni che abbiamo brevemente esaminato sono dovute all'ing. svizzero Roberto Maillart, progettista e costruttore di ponti. — Ing. L. La Magna.

Fig. 4. — Ponte sul Traubach.

(B. S.) Acciai autarchici inossidabili e resistenti agli acidi (*La Metallurgia Italiana*, aprile 1939).

Gli acciai inossidabili per così dire classici sono:

quelli austenitici al Nichel-cromo 8-18;
quelli ferritici o semi ferritici al cromo;
quelli martensitici al cromo.

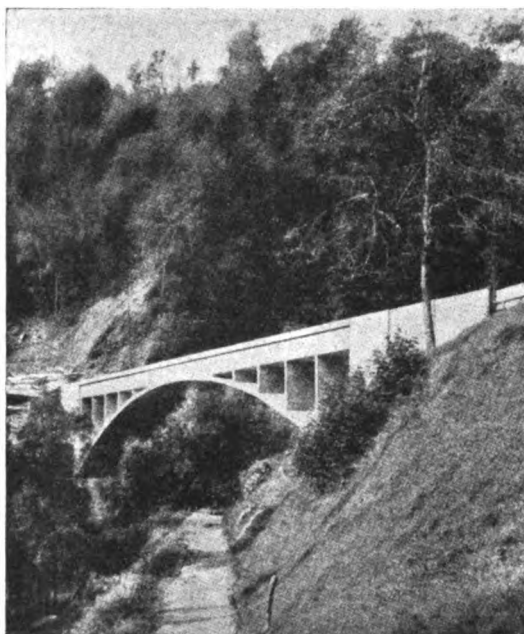
Negli ultimi anni si sono svolte numerose ricerche allo scopo di studiare la possibilità di sostituire il Nichel (in tutto o in parte) negli acciai della prima categoria e di estendere l'impiego di quelli della seconda migliorandone le qualità.

L'elemento che dovrebbe sostituire il nichel è, per ragioni di analogia, il manganese; e si ebbe perciò l'acciaio al 18 % di cromo e 8 % di manganese. Questo acciaio ha qualità simili ma in complesso inferiori rispetto a quelle del 18-8 cromo-nichel e del 18 % cromo, specialmente per quanto riguarda la resistenza alla corrosione degli acidi e la poca resistenza alla corrosione intercristallina.

Per migliorare la resistenza alla corrosione, si è cercato di aumentare la quantità di austenite presente con aggiunta di rame o di nichel: solo questo ultimo dà buoni risultati, ma la quantità necessaria è troppo forte (4 %) perchè possa dar luogo ad un applicazione pratica. Si può migliorare la resistenza alla corrosione intercristallina aggiungendo elementi che fissino i carburi come il titanio, il tantalio, il niobio. Questi elementi fanno aumentare la quantità di ferrite, perciò un acciaio di questo tipo non presenta più nessun vantaggio rispetto ad uno al solo cromo.

Spostandoci verso gli acciai completamente austenitici, si provò quello col 18 % Mn e 8 % Cr che ha però scarsa resistenza alla corrosione; si passò quindi a tenori di cromo più elevati producendo un 15 % Cr e 8 % Mn completamente austenitico dopo la tempra, abbastanza resistente alla corrosione, e con speciale processo di fabbricazione, resistente anche alla corrosione intercristallina.

Per la scarsa stabilità della sua austenite sia è aumentato il tenore di Mn al 12 % ottenendo però un prodotto meno resistente alla corrosione.

Gli acciai al 18 % Cr non potevano avere, fino a qualche anno fa, estese applicazioni per la difficoltà di ottenere buone saldature. Riducendo il tenore di carbonio al 0,10 % ed aggiungendo piccole quantità di elementi fissatori dei carburi, si è raggiunto lo scopo di ottenere saldature con proprietà meccaniche discrete e di aumentare la resistenza alla corrosione intercristallina.

Gli acciai al 18 % Cr hanno discreta resistenza agli acidi inorganici ma non a quelli organici. Per migliorare questa proprietà, si sono fatte aggiunte fino all'1 ÷ 2 % di molibdeno. Se poi si vuole aumentare la resistenza agli acidi inorganici, si può aumentare il Cr al 24 % il che non porta pregiudizio alle altre qualità del prodotto. — Ing. L. La Magna.

(B. S.) Prove di resistenza alle scosse degli imballaggi durante i trasporti (*Le Génie Civil*, 11 marzo 1939).

Il primo apparecchio per prove alle scosse degli imballaggi destinati ai trasporti per ferrovia fu costruito negli Stati Uniti, nel Laboratorio Madison, a cura dell'Associazione Ferroviaria Americana. Successivamente prove analoghe furono effettuate sistematicamente anche in Inghilterra, dove nel maggio del 1935 fu creato un « Laboratorio di prove degli imballaggi », dipendente dal Laboratorio di ricerche sui prodotti forestali.

La macchina e le prove che verranno descritte hanno lo scopo di stimare la resistenza alle scosse più o meno violente che i contenitori delle merci (con questa parola si intendono tutti quei recipienti — generalmente cassette di legno o di cartone o di fibra di legno o di legno compensato, ecc. — che vengono impiegati per l'imballaggio delle merci, specialmente alimentari) possono subire durante i trasporti per via d'acqua o ferrata, e durante i relativi trasbordi.

Tamburo per la prova alle scosse degli imballaggi.

La macchina è costituita (vedi figura) da un tamburo girevole, ad asse orizzontale, il cui interno è costituito da un prisma esagonale regolare, munito internamente di sei sporgenze. Il contenitore, con il suo contenuto, è trascinato nel movimento di rotazione del tamburo; raggiunta una certa altezza, esso prima scivola su uno dei piani interni che in quel momento si trova in pendenza, si ferma sull'arresto, si rovescia e cade sul piano seguente, che tocca o per la sommità ovvero per una sporgenza. Il diametro del tamburo è di m. 2,20, esso può ricevere contenitori la cui somma delle tre dimensioni lineari non supera m. 1,20; e può fare 2 giri al minuto.

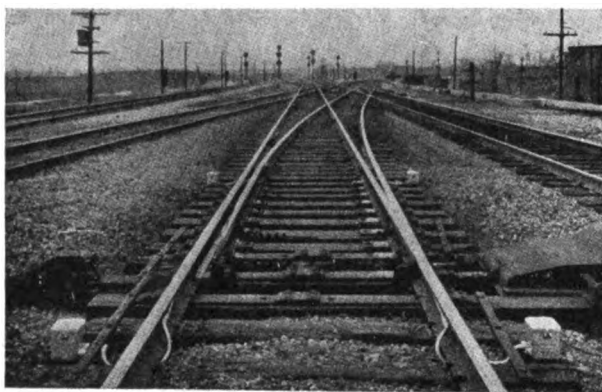
Nel corso delle prime prove si osservò che, per uno stesso contenitore, le cadute e le scosse successive non si producono nelle stesse condizioni; si sono ricercati perciò i mezzi di rendere le prove attendibili e i sistemi di imballaggio comparabili tra loro. Si è stati indotti così a sistemare guide sui piani interni e a modificare la forma e le dimensioni degli arresti, che variano con ciascun tipo di imballaggio ,e con le dimensioni del contenitore, lo scopo è sempre di realizzare le seguenti condizioni: 1) fare cadere il contenitore dalla medesima altezza; 2) fargli toccare il piano di urto nel momento in cui questo piano è orizzontale; 3) non provocare il rovesciamento che quando il suo centro di gravità si trova sulla verticale della sporgenza dell'arresto che lo fa rovesciare. La figura citata riproduce appunto l'apparecchio così modificato, nella sua forma definitiva.

Per soddisfare a queste condizioni talvolta si è obbligati, oltre che ad effettuare le modificazioni suddette, a ridurre la velocità di rotazione a un giro al minuto.

Il caso di uova, imballate in casse di legno o in scatole di cartone, è molto complicato, anche se le uova sono calibrate e se ciascuna di esse è situata e stivata in una casella interna distinta. Si deve tener conto di un gran numero di fattori che agiscono sulla fragilità delle uova; il peso, che varia anche quando le uova sono calibrate; la stagione; lo spessore del guscio; il grado di freschezza; per cui è necessario di osservare bene le uova prima e dopo la prova.

Anche le avarie possono essere di natura e di entità differenti: semplice fessurazione del guscio; in linea o a stella; avvallamento di un colmo del guscio con o senza travaso del bianco; rottura e conseguente colamento del rosso. La conclusione della principale esperimentatrice è che, nelle condizioni più favorevoli, cioè con i migliori imballaggi provati, non si può contare, nel caso delle uova, su più del 97,5 % di uova intatte. — F. BAGNOLI.

(B. S.) Riscaldatori elettrici di scambi nel nodo ferroviario di Rock-Island (*Railway Signaling*, **settembre 1938).**

Le ferrovie dello Stato Italiane hanno risolto già in passato, e precisamente nell'inverno 1933-1934, e in misura incomparabilmente più vasta (439 deviatoi) nella stazione di Milano Centrale il problema del riscaldamento elettrico dei deviatoi, allo scopo di eliminare l'impedimento alla manovra degli stessi, costituito dalle precipitazioni nevose. La nostra Rivista ebbe ad occuparsi diffusamente della questione (1). Comunque vale la pena di riferire come lo stesso problema è stato più recentemente risolto in America, e precisamente in un nodo ferroviario presso Chicago, nel quale si ha traffico notevolissimo, arrivandosi fino a 37 treni in due ore, con una media da 8 a 15 treni all'ora. La località trovasi in aperta campagna, scarsamente riparata dai venti; sicchè le condizioni atmosferiche sono particolarmente sfavorevoli. Durante il periodo di forti nevicate le condizioni di esercizio sono rese enormemente difficili: anche se si affidasse ad un agente la manovra di un solo deviatoio, si avrebbero difficoltà gravi in quanto il passaggio dei treni su uno scambio già predisposto per un determinato istradamento spingerebbe e raccoglierebbe la neve ed il ghiaccio verso gli estremi degli aghi del deviatoio, in modo tale che risulterebbe impossibile rovesciare gli aghi fin quando gli stessi non fossero sgombrati nuovamente dalla neve.

Le unità riscaldanti montate in corrispondenza di uno scambio.

Questo stato di cose provocava frequenti e notevoli ritardi dei treni. Per eliminare queste difficoltà, la Compagnia ferroviaria Rock Island, nel gennaio del 1938, applicò alle rotaie fisse degli scambi più importanti (in tutto 32 unità) del nodo di Gresham elementi riscaldatori del tipo Westinghouse. Questi elementi riscaldatori consistono essenzialmente in un avvolgimento-resistenza, costituito da un filo metallico di nichel-cromo, rivestito di ossido di magnesio e racchiuso in un tubo di argento e nichelio del diametro di 14 mm.

L'elemento attivo, cioè irradiante calore, costituito come si è detto, dal filo metallico di nichel-cromo, può essere di varia lunghezza e potenza calorifica; ciò per adattarlo alle differenti condizioni di impiego. Si hanno, in pratica, lunghezze di filo attivo di m. 4,57, di cui m. 1,83 applicati da un punto poco più avanti della punta di un ago mobile, fino al punto in cui detto ago viene a contatto con la rotaia fissa (controrotaia); tale porzione di filo assorbe una potenza elettrica di kw. 1,2 per metro. L'altro tratto assorbe invece una potenza di 430 watt per metro. In un altro caso l'elemento riscaldante ha la lunghezza di m. 5,50, di cui i primi m. 2,15 sono tarati per kw. 1,2 per metro, e i rimanenti per 430 Watt per ml. In prossimità del calcio del deviatoio e in

(1) *Il riscaldamento elettrico dei deviatoi nei piazzali ferroviari* (Ingg. M. MERLINI e C. TRINCHERO), « Rivista tecnica delle ferrovie italiane », 15 settembre 1934, pag. 147.

corrispondenza dei cuscinetti di scorrimento degli aghi si ha un elemento di m. 2,30 di lunghezza, ripiegato su sè stesso e regolato per un assorbimento uniformemente ripartito di kw. 1,2 per ml.

Il tubo riscaldante (vedi figura) viene assicurato contro la costola della rotaia (controrotaia) al disotto del fungo, mediante speciali grappe, trattenute da bulloni da mm. 6,35, in opportuni fori praticati attraverso la stelo della rotaia. Gli elementi non sono rigidi. Le piegature occorrenti per speciali applicazioni e la formazione di curve di piccolo raggio occorrenti per i ripiegamenti degli elementi su sè stessi vengono eseguiti in officina. Sul posto vengono portati gli elementi completi pronti per il montaggio. A ciascuna estremità dell'elemento riscaldante viene applicato, con saldatura in argento, un pezzo di connessione in bronzo, a maschio, che si introduce in un pezzo corrispondente cavo, del diametro di mm. 35, e della lunghezza di mm. 105, che serve a racchiudere completamente i contatti terminali del filo metallico riscaldante. Da detto filo metallico riscaldante una sbarretta metallica porta il contatto con il pezzo di inserzione in ottone, il quale è situato in un cannotto fuso nell'interno della connessione. Nel punto in cui il cavo sotto piombo, ricoperto di gomma, s'innesta alla connessione, vi è un cono terminale a vite che assicura l'indispensabile giunzione stagna.

Vengono applicati due di tali elementi riscaldanti completi ad ogni scambio, due al pernio di rotazione dello scambio e 10 ad ogni scambio inglese. Queste unità sono applicate nel lato cavo della rotaia fissa (controrotaia) e sono proporzionati in modo da mantenere sgombra dalla neve un'area larga circa 18 cm. su ogni fianco della rotaia. Per quanto riguarda la distribuzione dell'energia elettrica occorrente, questa, trasformata alla tensione di 220 volt, viene portata a 5 scatole di derivazione, dalle quali l'energia stessa viene distribuita agli elementi riscaldanti, che sono opportunamente raggruppati in modo da equilibrare il carico sulle tre fasi. In queste 5 scatole di distribuzione sono sistemati gli interruttori relativi alle linee che di lì si diramano.

Ciò facilita notevolmente il lavoro di manutenzione dell'impianto. Come conduttori sono impiegati cavi multipli, con guaina di piombo e acciaio, posato in miscela isolante. I detti cavi collegano le cassette di distribuzione con cassette di giunzione in ghisa situate in prossimità dei terminali degli elementi riscaldanti. Da queste ultime partono cavi coperti in gomma, protetti con tubo flessibile, che vanno fino ai terminali degli elementi riscaldanti.

Il totale della potenza impiegata per riscaldare i 32 elementi è di kw. 58,35.

Dall'epoca del loro impianto questi riscaldatori di deviatoi hanno subito una rigorosa prova, un vero collaudo, durante un'abbondante tempesta di neve che si è avuta ai primi di aprile del 1938. Il 6 aprile, infatti, si ebbe una precipitazione di neve di circa 230 mm.; altri 100 mm. si ebbero il giorno 8, mentre la temperatura raggiunse un minimo di 28 gradi sotto zero. I riscaldatori rimasero in funzione da 16 a 20 ore al giorno ed assicurarono perfettamente il funzionamento degli scambi ai quali erano applicati, permettendo il regolare svolgimento delle operazioni di stazione, senza alcun aumento del personale addetto. Fu necessario soltanto ripulire ad intervalli di 24 ore gli aghi mobili e sgombrare gli scambi dalla neve.

L'A. termina con un interessante confronto di spesa, dimostrando come l'impianto ha fatto realizzare un notevolissimo risparmio nella spesa di esercizio. Ci esimiamo però dal riportare tale confronto, in quanto gli elementi di costo sono troppo distanti, anche in linea relativa, dai nostri. — F. BAGNOLI.

(B. S.) La sicurezza nei carri-ponte, Ing. Enzo Pradelli (*Rassegna della sicurezza e dell'igiene del lavoro,* aprile 1939).

Il servizio dei carri-ponte negli stabilimenti meccanici e siderurgici è senza dubbio uno dei più importanti: il materiale prima di raggiungere lo stadio di prodotto finito vien spostato da un riparto all'altro, o da un banco di lavoro all'altro, un numero rilevante di volte: in media da 7 a 9.

Affinchè questa mole di lavoro riservata a detti organismi si svolga in condizioni quanto possibili normali, è necessario poter disporre di personale particolarmente educato alle manovre e che vengono prese le disposizioni per procedere alla manutenzione e riparazione degli apparecchi anche in ore notturne ed in genere in condizioni disagevoli di comodità e rendimento.

Le statistiche degli infortuni che si verificano nei grandi stabilimenti, mostrano che il 25 % circa di essi è dovuto ai carri-ponte; si comprende quindi l'interesse che presenta il problema della loro prevenzione.

Le Acciaierie e Ferriere Lombarde Falck hanno iniziato nel 1929-30 una campagna anti-infortunistica tendente ad ottenere, in tutti i campi del lavoro, la massima sicurezza, campagna specialmente rivolta alla prevenzione degli infortuni dovuti ai carri-ponte.

I provvedimenti attuati sono frutto anzitutto di un'accurata opera statistica intesa a chiarire i seguenti punti:

1) percentuale dovuta ai carri-ponte degli infortuni globalmente verificatisi;

2) ripartizione degli infortuni dovuti ai carri-ponte tra le seguenti categorie di personale: manovratori, imbragatori, addetti alla manutenzione, operai casualmente presenti.

3) tipo di infortunio cui sono soggetti gli addetti ai carri-ponte;

4) cause determinanti gli infortuni.

I risultati di queste indagini statistiche sono riassunti nelle quattro tabelle riprodotte:

Tabella I. — ***Anni* 1928-29: *Categorie interessate agli infortuni originali dai carri-ponte*** (**media annua**).

Categorie del personale infortunato a causa del servizio dei carri-ponte	Numero infortuni	%
Manovratori	31	18,8
Addetti alle manovre d'imbragatura	63	38,2
Addetti alle manutenzioni . . .	49	29,7
Operai casualmente presenti . .	22	13,3
Totale annuo . . .	165	100 —

Tabella II. — ***Tipi di infortunio dei manovratori e degli addetti alle manutenzioni*** (**anni 1928-29**).

Tipo di infortunio	Manovratori		Manutentori	
	Totale	%	Totale	%
1) Cadute ed urti	28	45,2	26	26,5
2) Di origine elettrica . .	15	24,2	7	7,1
3) Di origine meccanica . .	9	14,5	49	50,0
4) Investimenti da parte di grues	7	11,3	11	11,3
5) Causati da incendi e corti circuiti	3	4,8	5	5,3
Totale . . .	62	100 —	98	100 —

Tabella III. — ***Tipi di infortunio degli imbragatori e di operai casualmente presenti*** (**anni 1928-29**).

Tipo di infortunio	Imbragatori		Op. casual. presenti	
	n. inf.	%	n. inf.	%
6) Causati da rottura funi	13	10,3	6	15,6
7) Causati da caduta oggetti urtati	13	10,3	14	31,8
8) Urto del carico	15	11,9	5	11,3
9) Schiacciamento mani durante il sollevamento .	32	25,4	—	—
10) Schiacciam. piedi nella posa del carico	13	10,3	7	15,8
11) Urti dovuti ad oscillazione del gancio	10	8 —	7	15,8
12) Causati da fili di funi.	25	19,8	2	4,8
13) Cadute di oggetti dal ponte	5	40 —	3	6,9
Totale . . .	126	100 —	44	100 —

Tabella IV. — ***Infortuni dovuti ai carri-ponte - Cause determinanti*** (**anni 1928-29**)

Cause di infortunio	Totale infortuni	%
1) Accessi e posti di lavoro malsicuri od irrazionali	116	32,7
2) Organi in moto non protetti e non assicurati	12	3,4
3) Organi elettrici non segregati o protetti	27	7,6
4) Inadeguata resistenza organi sollevamento	29	8,2
5) Disattenzione del personale . .	70	19,7
6) Errori di manovra	31	8,7
7) Mancata intesa fra il personale	21	5,9
8) Imprudenza dell'infortunato . .	24	6,6
9) Mancanza di ordine e pulizia.	25	7,2
Totale . . .	355	100 —

Con la guida di questi elementi l'opera di prevenzione è stata notevolmente facilitata nel suo svolgimento concreto.

I mezzi di difesa hanno dovuto prendere in considerazione i due fattori fondamentali che intervengono negli infortuni e cioè il fattore meccanico e quello umano. In seguito è stato organizzato l'insieme dei controlli tendenti a garantire la conservazione dell'efficenza raggiunta.

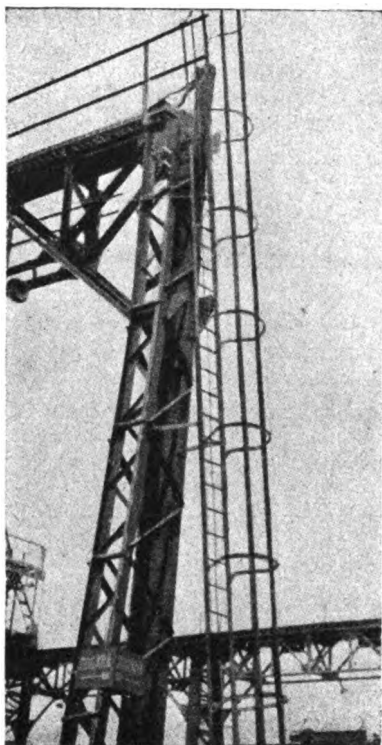



FIG. 1. — Sistemazione scale di accesso ai piani di corsa.

FIG. 2. — Sistemazione passerella piani di corsa.

Provvedimenti tecnici. — Le cadute del personale avvengono specialmente durante gli spostamenti per recarsi in cabina o discendere oppure durante i lavori di manutenzione. Sono state quindi prese in esame le scale, le passerelle del piano di scorrimento e quelle del ponte, migliorandone le condizioni secondo un preciso programma (figg. 1, 2, 3 e 4). Tutti gli organi in moto ai quali gli operai devono avvicinarsi durante le operazioni di manutenzione, riparazione o lubrificazione, sono stati protetti da schermi opportuni (figg. 5 e 6). La possibilità di infortunio elettrico ha indotto a verificare la costante buona conservazione degli isolamenti dei circuiti, a provvedere al loro collegamento a massa e alla protezione dei quadri di distribuzione collocati accanto al manovratore. Si è infine provveduto a far azionare, mediante un dispositivo di sicurezza, l'interruttore generale del ponte ad ogni fermata del ponte stesso, per evitare che gli operai vengano investiti dalla corrente.

È di somma importanza il controllo periodico e frequente degli organi di sollevamento, specialmente per quanto riflette il loro stato di conservazione; ed occorre assicurarsi che il personale tenga conto dela loro portata massima in relazione al peso del carico. Sono stati così adottati degli indicatori variabili di portata.

Per il corretto impiego degli organi di sollevamento da parte del personale, si è data grande importanza alla conoscenza della resistenza delle funi e delle catene mediante grandi tabelle e opuscoli di propaganda. Per la migliore conservazione delle funi volanti usate per l'imbragatura

del materiale, si sono ottenuti buoni risultati con la protezione costituita da manicotti fucinati il cui scopo è di evitare la tranciatura delle funi al contatto di spigoli vivi del materiale, di proteg-

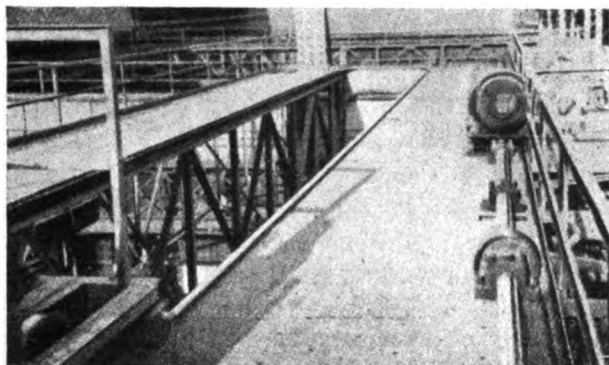



FIG. 3. — Sistemazione passerelle del ponte.

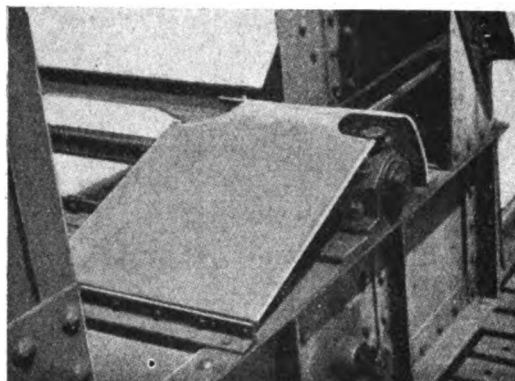



FIG. 5. — Protezione ingranaggi traslazione ponte.

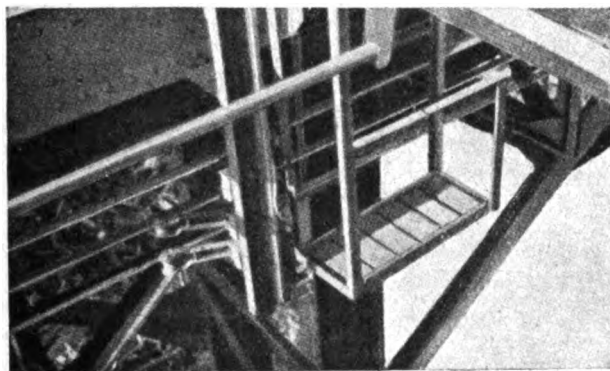



FIG. 4. — Piccola piattaforma.

FIG. 6. — Segregazione giunti di accoppiamento.

FIG. 7. — Protezione di funi mediante manicotti.

gere la fune dal calore derivante dal trasporto di materiale ad elevata temperatura; di evitare ferite alle mani da parte del personale a terra (fig. 7).

Istruzione del personale e propaganda. — Le cause d'infortunio elencate nella tabella IV da *e*) ad *i*) provengono in genere da insufficiente preparazione tecnica e spirito di prevenzione del personale.

Questo aspetto del problema è stato affrontato provvedendo all'istruzione generale del personale, all'adozione di mezzi personali di sicurezza ed al controllo e disciplina delle manovre. Il personale che deve prestare servizio ai carri-ponte viene selezionato il base a rigidi esami clinici e fisici; deve seguire un corso pratico-teorico al termine del quale gli viene rilasciata una patente

di abilitazione. Viene poi tenuta una scheda personale dove sono indicate tutte le note caratteristiche dell'interessato relativo al suo operato.

Tutte le cabine sono state revisionate e sistemate, dotate di cassette contenenti attrezzi, lubrificanti ecc., e di estintore d'incendio.

Numerosi cartelli dettano norme che devono essere seguite dalle maestranze al servizio delle grue.

Per evitare che il carro-ponte possa investire operai addetti a lavori sul piano di scarico, sono stati adottati con buon risultato dei petardi da porre sul binario 10 metri prima e dopo la posizione di lavoro. Sono anche stati introdotti interruttori automatici di fine corsa.

I risultati, per quanto mascherati dal perfezionamento normale nella costruzione dei carriponte, sono molto incorraggianti in quanto nello stabilimento preso in esame il numero annuo degli infortuni per ogni carro-ponte in esercizio è stato ridotto dell'80 %.

I funzionari dell'E. N. P. I. hanno svolto certamente opera assidua collaborando coi dirigenti dell'azienda alla buona riuscita della campagna antinfortunistica. — Ing. L. LA MAGNA.

Sulle iniezioni di cemento (*Zement,* settembre 1938; *L'Industria Italiana del Cemento,* aprile 1939).

Per comprendere quello che avviene durante l'iniezione del cemento, occorre tener presente che il tempo di presa è relativamente lungo rispetto al tempo per cui il cemento rimane in sospensione. Durante l'operazione della iniezione, il latte di cemento non si comporta sostanzialmente, in modo diverso di una sospensione di sabbia fina in acqua. I grani al contatto dell'acqua si ricoprono bensì di un velo liquido che conferisce loro una certa forza di adesione. Se il cemento in una parte qualunque si stacca allora esso, quantunque prima fosse coesivo, rimane in un primo tempo permeabile, come la sabbia. Questa permeabilità va perdendo però collo svolgersi del processo della presa, perchè le pellicole aumentano, si compenetrano a vicenda, otturando tutti i pori. Quanto più piccolo sarà quindi il volume di questi pori, tanto più rapida avverrà la presa, e più elevata sarà la resistenza del conglomerato di cemento, poichè con ciò le pellicole si fanno più povere di acqua.

A seconda della qualità del cemento, il medesimo peso secco dà in acqua volumi del tutto diversi, e per alcune specie di cementi addirittura il doppio che per altre. Ma anche con uno stesso cemento il volume del conglomerato da esso risultante dipende dalla maniera e dal sistema di stagionatura. Se ad esempio la stagionatura avviene sotto pressione, il volume dei pori si restringe, si abbrevia il tempo della presa e si eleva la resistenza del conglomerato, e in tanto maggior misura quanto più elevata è la compressione.

È un errore diffuso credere che si debba mantenere il latte di cemento così denso nella operazione della iniezione, che tutta l'acqua possa entrare in combinazione nel processo della presa. Infatti si vede in pratica che si può usare latte di cemento estremamente fluido e diluito (ad esempio 12 kg. per 100 l. di acqua), e il conglomerato di cemento a stagionatura completa diviene tuttavia solido e compatto.

Il fatto si spiega così: nel processo di iniezione i granuli di cemento restano in sospensione fintanto che l'acqua possiede un certo grado di turbolenza e di forza di trascinamento. Ora, la velocità del getto di acqua diminuisce gradatamente a partire dal punto di iniezione, fino a che, ad un certo momento, raggiunge un limite *nel* quale il cemento abbandona l'acqua, deponendosi e formando dei tappi coesivi, ma permeabili. A questi tappi si appoggia il cemento che segue, mentre l'acqua sovrabbondante filtra per essi, verso l'esterno. Il cemento depositato si fa con ciò più solido e compatto quanto maggiore è la pressione dell'acqua corrente. I tappi s'ingrandiscono mano mano che la iniezione progredisce, fino al foro verso l'esterno, e fino a che tutti i vani, comprese le perforazioni, sono riempiti di cemento.

Se la iniezione si fa nella fessurazione di un materiale permeabile per sua natura, (ad esempio arenaria), il latte di cemento in tal caso va perdendo per via, attraverso la fessurazione, parte

della sua acqua, facendosi sempre più denso, e acelerando la formazione dei tappi. I granuli del cemento seguono all'incirca l'andamento dei filetti della corrente, e finiscono per incontrarsi, prima o poi con la parete della fessurazione, lungo la quale l'acqua scorre via. A seconda dell'angolo d'urto e della grossezza dei granuli, questi rimangono attaccati alla parete o rimbalzano via, e sono poi trasportati lontano. Si ha quindi una separazione del cemento secondo la grossezza dei granuli.

Per la iniezione del cemento sono due i metodi prevalentemente usati: iniezione dal basso verso l'alto, la più rapida e semplice, ma attuabile solo con materiale trapanabile resistente e duro, perchè gli otturatori, che sono apparecchi speciali che si introducono nel foro insieme alla canna, possano avere una buona presa.

Il secondo metodo è più laborioso, ma dà risultati più sicuri. Il lavoro viene iniziato dall'alto, si fora per un dato spessore, e si inietta fino a riempimento di questa prima zona da iniettare. Si scava nuovamente lo stesso foro, approfondendolo maggiormente, onde attaccare la zona sottostante alla prima. Si inietta anche qui fino a completo riempimento, e quando il terreno abbia acquistato la dovuta consistenza e solidità, si munisce il foro di otturatore.

È di importanza capitale conoscere l'effetto della iniezione durante e dopo l'operazione. Uno dei mezzi meglio acconci è il controllo esatto dell'andamento della pressione durante la iniezione, per cui servono bene manometri autoregistratori. Di regola, si termina la iniezione del cemento a pressione in aumento. Se, durante la iniezione, questa risulti in diminuzione, se ne deduce che i vani, anzichè riempirsi per effetto di essa, vanno acquistando in estensione e profondità. Si interrompe in tal caso la operazione, attendendo che il cemento abbia fatto presa, e si ripete quindi la iniezione, fino a che si sia ottenuto di far aumentare la pressione.

Un altro mezzo di controllo assai conclusivo è quello della prova del cemento, che si preleva dal foro di iniezione. Come già si è detto, il cemento si deposita secondo la grossezza dei granuli e l'angolo d'urto con la parete del foro di iniezione. Siccome i granuli più fini sono di colore più chiaro di quelli grossi, essi, che sono quelli che tendono a depositarsi sulle pareti, mentre i granuli grossi sono trascinati via dall'acqua, finiscono per restringere la luce del foro di iniezione, facendo aumentare così la velocità del latte di cemento iniettato, e rendendo più acuto l'angolo d'urto dei granuli contro la parete, con ciò diminuisce la quantità di cemento che si deposita. Le linee che si possono osservare sui tasselli di cemento che a scopo di esame si prelevano dal foro di iniezione forniscono la spiegazione dell'effetto della iniezione, essendo che ognuna di esse ci dice quale era la luce libera del foro in un dato momento. Confrontando tali linee con il diagramma del manometro registratore, ogni fatto che si verifica nel processo della iniezione risulta in relazione all'andamento dell'iniezione stessa.

Poichè la formazione delle linee avviene in base ad una determinata legge, ogni discontinuità nella parete del foro di iniezione può essere rilevata, fornendo al direttore dei lavori la possibilità di avere un quadro dell'andamento generale della operazione di iniezione anche senza essere costantemente sul posto. Poichè le linee nel corso di un lavoro mutano per lo più nel loro tipico andamento, si viene ad acquistare un senso dei cambiamenti del suolo per effetto delle iniezioni, in modo che riesce più facile adattare la qualità del lavoro alle esigenze mutevoli dovute ai cambiamenti nelle condizioni del suolo stesso.

Condizione fondamentale perchè la legge accennata della formazione delle linee nel cemento che si deposita nella bocca di iniezione si verifichi nella sua integrità, è che il processo di iniezione non subisca discontinuità; ciò che è possibile solo se si utilizzano macchinari ed apparecchi moderni, adatti allo scopo, come quelli che sono stati ideati appunto per la iniezione del latte di cemento. La poltiglia di cemento viene anzitutto preparata in una miscelatrice a due scomparti, in uno dei quali il cemento passa setacciato nell'acqua, e nel secondo la poltiglia è mantenuta in movimento. Di qui essa passa entro speciali iniettori, azionati ad acqua oppure ad aria sotto pressione. Con queste macchine è escluso il pericolo del bloccamento degli stantuffi, come può capitare agli or-

dinari compressori, ed esse possono continuare a lavorare per tempo indeterminato, favorendo così la regolarità e la buona riuscita del lavoro.

(B. S.) Effetto di aggiunte di boro fino al 0,1 % sulle proprietà meccaniche dei getti di acciaio contenente da 0 a 5% di nichel (*La Metallurgia Italiana*, aprile 1939).

L'aggiunta di boro negli acciai al Nichel produce generalmente un aumento della resistenza a rottura e della durezza ed una riduzione dell'allungamento e della resilienza.

Riportiamo i risultati di esperienze su due colate di acciaio Bessemer con tenori di carbonio del 0,13 e del 0,24 % rispettivamente, con aggiunte di quantità variabili di Ni e di B.

I provini erano costituiti da barre tonde da 32 mm. oppure piatte da 17 × 34.

Per ogni acciaio venne determinato il punto critico col dilatometro, ed il trattamento di tempera in acqua o di normalizzazione venne eseguito ad una temperatura di 40° superiore ad esso. I campioni temprati furono poi rinvenuti a 50°, 150° e 250°.

Acciai con 0,13 % *C.* — Negli acciai normalizzati aventi questo tenore di C, il boro produce un aumento del carico di rottura dal 17 al 27 % a seconda del tenore in Ni; accompagnato da un corrispondente aumento del limite di snervamento e da una riduzione dell'allungamento e della resilienza. Per effetto della tempra si ha un forte aumento del carico di rottura, più sensibile negli acciai senza Nichel. Il rinvenimento a 50° produce un ulteriore aumento del carico di rottura sempre più forte negli acciai senza che in quelli contenenti Nichel. Il rinvenimento a 150° produce ancora un lieve aumento del carico di rottura, fatto che non si presenta negli acciai senza aggiunta di B. Il rinvenimento a 250° produce sempre una riduzione del carico di rottura: per gli acciai senza B scende al disotto del valore dopo tempra, per quelli contenenti B ed esenti da Ni il carico è eguale a quello dopo tempra; quelli con Ni hanno un carico leggermente maggiore. Le proprietà più elevate si hanno perciò dopo rinvenimento a 150°. L'influenza del B sulla durezza è lieve allo stato normalizzato, dopo tempra si hanno invece aumenti elevati di durezza. Dopo rinvenimento si hanno aumenti notevoli di durezza.

Acciai con 0,24 % *C.* — L'effetto delle aggiunte di boro su questi acciai è analogo a quello sui precedenti ma più sentito. Il carico di rottura aumenta perfino di 45 Kg/cmq. Diminuiscono invece l'allungamento e la resilienza. I valori massimi del carico di rottura si hanno ancora dopo rinvenimenti a 150°; l'aumento dovuto al rinvenimento a 250° produce, negli acciai senza B, una caduta del carico di rottura fino a valori minori di quelli dopo tempera; in quelli a boro invece non si osserva questa caduta e per quelli senza Ni e col 0,1 % di B si ha un carico di rottura ancora superiore di 13 Kg/cmq. a quello dopo tempra. Anche la durezza aumenta di 20 ÷ 60 unità Brinnel secondo i casi.

Dall'esame microscopico della struttura risulta che il boro produce, allo stato normalizzato, un affinamento del grano e un aumento della quantità di perlite; dopo tempra la martensite degli acciai contenenti B è più fine di quelli senza e aumenta di finezza dopo rinvenimento. — Ing. L. La Magna.

(B. S.) Un intenso uso delle locomotive procura alla Union Pacific un forte beneficio finanziario (*Railway Age*, 11 marzo 1939).

Le 20 locomotive 2-D-2 della classe 800 costruite dall'American Loc. Cy. per la Union Pacific ed entrate in servizio nel 1937, hanno coperto complessivamente nel 1938 un percorso di 5.788.000 km. circa pari a 24.100 km. al mese per locomotiva. Esse, confrontate con le 2-D-1 della classe 7000 aquistate nel 1922, per la capacità dimostrata di trainare convogli di 20-22 carri a velocità molto elevate, hanno consentito un risparmio, in un anno, di 2.000.000 di treni/km. e di 1.250.000 dollari. Tenendo conto di spese fisse, deprezzamenti, interessi, manutenzione, tasse, il risparmio di queste 20 locomotive rappresenta un ricupero del 50,21 % del capitale in esse investito.

All'avviamento sviluppano uno sforzo di 28.800 kg. con pressioni di 21 kg/cmq., cilindri di 615 × 762 mm., ruote di 1956 mm., hanno un peso complessivo di 211 ton., di cui 122,4 aderenti, un tender di 166 ton, ivi comprese 20 ton. di carbone e 75 mc. d'acqua, e sono adatte tanto per treni viaggiatori che merci. La loro utilizzazione è stata intensissima ed il periodo di servizio effettivo rappresenta il 93,4 % del tempo totale di esercizio contro il 65,3 % delle unità della classe 7000, rappresentando le riparazioni in linea il 2,4 %, quelle sulla fossa il 2,5 in officina l'1,7 %, dato che, a causa dell'alto chilometraggio percorso, nel 1938, sono state compiute le prescritte visite e revisioni. Il costo medio per le riparazioni fuori officina è stato di 6,17 cents per

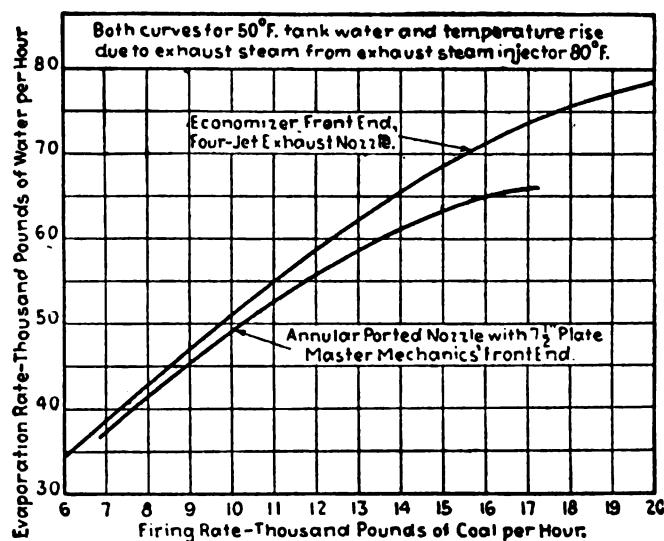



Fig. 1. — Relazione tra il consumo di carbone e la produzione di vapore per Loc. Classe 800.

Firing rate - Thousand etc. = Consumo di carbone - Migliaia di libbre/h. di carbone; Evaporation rate etc = Produzione di vapore - Migliaia di libbre/h. di vapore; Both curves for 50° etc. = Entrambe le curve si riferiscono a temperatura di 10° dell'acqua del tender e di 30° dovuta all'iniettore a vapore di scarico; Economizer front end etc. = Parascintille e scappamento a 4 ugelli; Annular ported nozzle etc. = Scappamento anulare con lamiera parascintille di 7 1/2 pollici Master Mechanics.

km. e quello per riparazioni in officina di 1,99 cents, con un totale di 8,16 conts/km. Queste cifre vanno messe a confronto con i complessivi 13,35 cents della classe 700. Tali locomotive, studiate per velocità di 145 km/h, necessarie per mantenere buone velocità medie di orario, hanno raggiunto anche i 160 km e un diagramma relativo al percorso di 581 km. tra Gr. Island Neb. e Cheyenne, sul quale doveva essere mantenuta la velocità media oraria di 78 km., mostra come in nove punti sono stati superati i 115 km. raggiungendo anche i 136 km. per distanze di 3,2 e 14 km.

Il telaio è fuso in un sol pezzo con i cilindri ed il fondo posteriore di questi, i serbatoi principali d'aria, i supporti della pompa d'aria, delle guide della testa a croce e del meccanismo d'inversione. Particolari forme e giunzioni hanno le bielle di accoppiamento calcolate, insieme agli assi ed ai perni di manovella, non in base agli sforzi allo stelo ma a quelli delle forze d'inerzia sviluppate a 145 km/h. L'equilibramento dei pezzi dotati di moto rotante ed alterno è fatto mediante masse distinte, disposte sulla ruota a 180° e 90° rispetto alla manovella motrice. Per la prima volta sulle locomotive della Un. Pac. sono stati ampiamente usati cuscinetti a rulli del tipo Timken per gli assi accoppiati, e S.K.F. per quelli dei carrelli.

Il meccanismo risulta molto equilibrato, come appare dall'usara relativamente uniforme dei cerchioni i quali hanno percorso da 167.000 a 252.000 km. tra una tornitura e l'altra. La pressione di

21 kg non ha dato luogo a nessun inconveniente nella manutenzione ed esercizio delle caldaie. Sono state fatte prove sulla più opportuna disposizione dei vari elementi della caldaia e una macchina con tiraggio e parascintille della Economyzer CO. unito ad un largo camino, un vol-

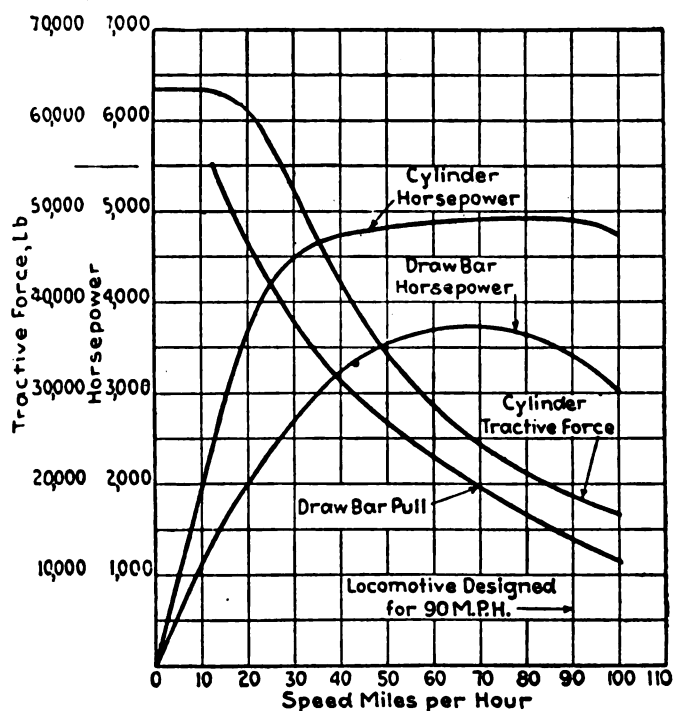



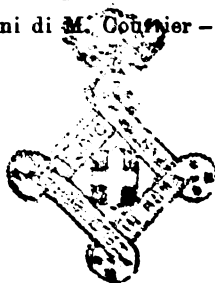
Fig. 2. — Sforzo di trazione e curva di potenza delle Loc. Classe 800 della Union Pacific.

Tractive force, Lb = Sforzo di trazione Libbre; Horsepower = Cavalli vapore; Speed miles per Hour = Velocità Miglia per ora; Cylinder Horsepower = Cavalli indicati; Draw-bar Horsepower = Cavalli al gancio; Cylinder tractive force = Sforzo di trazione indicato; Draw-bar pull = Sforzo al gancio.

tino con 11 file di mattoni anzichè di 9, una griglia col 20 % dei vuoti ed un cinerario più basso, ha fornito, rispetto al primo tipo originale, aumenti del rendimento della caldaia variabili dal 3,3 al 10,8 %, con una vaporizzazione di 35.000 kg/h anzichè di 30.000 ed un incremento nella potenza da 3600 a 4870 HP. Sono date curve della potenza e della caratteristica meccanica, nonchè della vaporizzazione in funzione del regime di griglia e del consumo di vapore per HP (figure 1 e 2). — Walter Tartarini.

Formano oggetto di recensione i libri inviati alla Rivista in doppio esemplare. Quelli che pervengono in semplice esemplare sono soltanto registrati nella Bibliografia mensile.

Ing. Nestore Giovene, *direttore responsabile*

Stabilimento Tipografico Armani di M. Courrier – Roma, via Cesare Fracassini, 60

BIBLIOGRAFIA MENSILE FERROVIARIA

AGOSTO 1939-XVII

PERIODICI

LINGUA ITALIANA

Rivista Tecnica delle Ferrovie italiane.

1939 (534
(621 . 396 . 7

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 359.

S. DORATI Impianti di diffusione sonora nelle stazioni ferroviarie, pag. 25,½, fig. 16, tav. 2.

1939 624 . 19

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 385.

M. NAVARETTI I dissesti nelle murature della galleria di Monte Adone linea DD. Firenze-Bologna, pag. 9, fig. 12.

1939 624 . 042 . 8

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 394.

C. SARTORELLI. La frequenza di vibrazione nello studio delle proprietà elastiche di una travata ferroviaria, pag. 10,½, fig. 2.

1939 385 . 113 (. 43)

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 384 (Informazioni).

I risultati di esercizio della Reichsbahn nell'anno 1938.

1939 385 . 113 (. 492)

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 403 (Informazioni).

Le condizioni delle ferrovie olandesi.

1939 656 . 25

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 404 (Libri e Riviste).

La trasmissione ottica dei segnali alle locomotive, pag. 2, fig. 4.

1939 621 . 315 . 668 . 1

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 406 (Libri e Riviste).

Impiego di pali di legno abbinati con isolatori sospesi per linee a 22 KV, pag. 1 ½, fig. 2.

1939 656 . 22

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 407 (Libri e Riviste).

Acceleramento nei servizi ferroviari, pag. 1.

1939 621 . 874

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 408 (Libri e Riviste).

Gru-locomotiva con moderno comando meccanico azionata da motore Diesel, pag. 1, fig. 2.

1939 656 . 212

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 409 (Libri e Riviste).

Stazioni di smistamento, pag. 5, fig. 5.

1939 625 . 2-272

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 413 (Libri e Riviste).

Oscillazioni laterali dei veicoli ferroviari, pag. 4, fig. 3.

1939 621 . 132 . (. 73)

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 417 (Libri e Riviste).

Piccole locomotive per linee secondondarie negli Stati Uniti, pag. 1.

Alluminio.

1939 669 . 725 . 1

Alluminio, n. marzo-aprile, p. 67.

L. LOSANA. Studio sul Berillio. Nota I. Proprietà del berillio ad alto grado di purezza, pag. 9, fig. 13.

1939 669 . 716 : 621 . 884
539 . 43 : 669 . 715

Alluminio, n. marzo-aprile, pag. 76.

W. MÜLLER. Influenza dei fori e della chiodatura sulla resistenza alla fatica di lamiere e profilati in lega d'alluminio, p. 6, fig. 13.

Le Materie Plastiche

1939 668

Le Materie Plastiche, marzo-aprile, pag. 71.

G. GOTUSSO. Le materie plastiche nelle Ferrovie dello Stato, pag. 5, fig. 9.

L'Elettrotecnica.

1939 621 . 313

L'Elettrotecnica, 10 giugno, pag. 402.

F. BAROZZI. Correnti nell'albero delle macchine elettriche, pag. 6, fig. 9.

1939 621 . 314 . 6

L'Elettrotecnica, 10 giugno, pag. 417.

M. LEBLANC. Raddrizzatori a secco, pag. 2, fig. 11.

LINGUA FRANCESE

Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer.

1939 385 . 114 & 656 . 22

Bull. du Congrès des ch. de fer, giugno, pag. 449.

ROHDE, STROEBE et FESSER. Moyens utilisés pour l'accélération des trains de voyageurs et dépenses qui en résultent. Cas particulier de l'exploitation par autorails et bilan financier de ce genre d'exploitation (Question I de la Réunion élargie de la Commission permanente à Bruxelles du 6 au 9 juillet 1939). Rapport (Allemagne, Bulgarie, Danemark, Hongrie, Norvège, Suède et Suisse), pag. 44.

1939 385 . 114 & 656 . 22

Bull. du Congrès des ch. de fer, giugno, pag. 543

ROYLE (T. W.) et HARRISON (F. E.). Moyens utilisés pour l'accélération des trains de voyageurs et dépenses qui en résultent. Cas particulier de l'exploitation par autorails et bilan financier de ce genre d'exploitation (Question I de la Réunion élargie de la Commission permanente à Bruxelles du 6 au 9 juillet 1939). Rapport (Grande-Bretagne, Dominions et Colonies, Amérique du Nord et du Sud, Chine et Japon), pag. 56.

1939 385 . 114 & 656 . 22

Bull. du Congrès des ch. de fer, giugno, pag. 599.

DUMAS (L.). Moyens utilisés pour l'accélération des trains de voyageurs et dépenses qui en résultent. Cas particulier de l'exploitation par autorails et bilan financier de ce genre d'exploitation (Question I de la Réunion élargie de la Commission permanente à Bruxelles du 6 au 9 juillet 1939). Rapport (Belgique et Colonie, France et Colonies, Grèce, Italie, Luxembourg Pays-Bas et Colonies, Portugal et Colonies, Roumanie et Yougoslavie), pag. 86, fig. 45.

Revue Générale des Chemins de fer.

1939 385 . 091 (44)
Revue Générale des Chemins de fer, maggio, pag. 339.
LEGOUX. Cent ans de banlieue. La banlieue Ouest. pag. 28, fig. 4.

1939 621 . 335 . 2 (44)
Revue Générale des Chemins de fer, maggio, pag. 367.
PETITMENGIN. Locomotives électriques de butte, pag. 11, fig. 11.

1939 656 . 257 (44)
Revue Générale des Chemins de fer, maggio, pag. 378.
WALTER. Évolution des postes à pouvoir, pag. 15, fig. 12.

1939 385 . 1 (44)
Revue Générale des Chemins de fer, maggio, pag. 393 (Informations).
Les nouveaux « décrets-lois et les chemins de fer, pag. 2.

1939 656 . 222 (44)
Revue Générale des Chemins de fer, maggio, pag. 395 (Informations).
Les horaires des trains au 15 Mai 1939, pag. 2 ½.

1939 656 . 222 . 1
Revue Générale des Chemins de fer, maggio, pag. 398.
Les Chemins de fer à l'étranger. La vitesse des trains de voyageurs en 1938, pag. 1.

1939 656 . 254
Revue Générale des Chemins de fer, maggio, pag. 399.
Les Chemins de fer à l'étranger. Répétition optique des signaux sur les locomotives, pag. ½.

1939 621 . 335 . 4 (494)
Revue Générale des Chemins de fer, maggio, pag. 399.
Les Chemins de fer à l'étranger. L'automotrice électrique du Rigi, pag. ½, fig. 3.

1939 621 . 431 . 72 . 42 (495)
Revue Générale des Chemins de fer, maggio, pag. 400.
Les Chemins de fer à l'étranger. Trains Diesel à transmission mécanique pour la Grèce, pag. ½, fig. 3.

1939 621 . 32 . 65 (43)
Revue Générale des Chemins de fer, maggio, pag. 401.
Les Chemins de fer à l'étranger. Nouvelles locomotives allemandes type 2-4-2, pag. ½, fig. 1.

1939 621 . 133 . 4 (73)
Revue Générale des Chemins de fer, maggio, pag. 402.
Les Chemins de fer à l'étranger. Pare-étincelles Anderson, pag. ½, fig. 1.

1939 621 . 13
625 . 2
Revue Générale des Chemins de fer, maggio, pag. 402.
Les Chemins de fer à l'étranger. La construction légère des véhicules de chemins de fer, pag. 1, fig. 1.

1939 621 . 13 (73)
625 . 2
Revue Générale des Chemins de fer, maggio, pag. 403.
Les Chemins de fer à l'étranger. Le Silver Meteor de la Seabord Air Line, pag. 2 ½, fig. 5.

1939 625 . 215
Revue Générale des Chemins de fer, maggio, pag. 406.
Les Chemins de fer à l'étranger. Bogie pour wagons, pag. ½, fig. 2.

1939 625 . 143 (73)
Revue Générale des Chemins de fer, maggio, pag. 406.
Les Chemins de fer à l'étranger. Connexions électriques de rails, pag. ½, fig. 7.

1939 625 . 142 (45)
Revue Générale des Chemins de fer, maggio, pag. 408.
Les Chemins de fer à l'étranger. L'autarchie et la conservation des traverses en Italie, pag. 1.

1939 621 . 33 . 033 . 46 (43)
Revue Générale des Chemins de fer, maggio, pag. 409.
Les Chemins de fer à l'étranger. Les chariots et véhicules à accumulateurs de la Reichsbahn, pag. 1 e ½, fig. 13.

Le Génie Civil.

1939 656 . 073 . 6
Le Génie Civil, 11 marzo, pag. 221.
Essai de la résistance aux chocs des emballages au cours de transports, pag. 1, fig. 1.

1939 624 . 624
Le Génie Civil, 1° luglio, pag. 1.
Pont en béton armé de Villeneuve. Saint-Georges, pag. 5, fig. 11.

Bulletin technique de la Suisse Romande.

1939 621 . 436
Bulletin technique de la Suisse Romande, 25 marzo, pag. 76.
Réglage automatique de la puissance des moteurs Diesel, pag. 2 ½, fig. 3.

1939 624 . 2 . 012 . 4
Bulletin technique de la Suisse Romande, 8 aprile, pag. 85.
Evolution de la construction des ponts en béton armé, pag. 8, fig. 11.

Ingénieurs Arts et Métiers.

1939 627 . 82 (. 438)
Ingénieurs Arts et Métiers, aprile, pag. 85.
La construction d'un grand barrage en Pologne, à Roznow, pag. 7, fig. 12.

1939 620 . 153
Ingénieurs Arts et Métiers, maggio, pag. 124.
Essais de chocs sur barreaux entaillés, pag. 2, fig. 2.

LINGUA TEDESCA

Glasers Annalen.

1939 621 . 131
Glasers Annalen, 1° giugno, pag. 132.
H. NORDMANN. Neuere Entwicklungslinien im Dampflokomotivbau, pag. 7.

1939 625 . 23 (. 43)
Glasers Annalen, 1° giugno, pag. 139.
G. WIENS. Entwicklung und Fortschritt im Personenwagenbau der Deutschen Reichsbahn, pag. 8, fig. 7.

1939 621 . 431 . 72 (. 43)
Glasers Annalen, 1° giugno, pag. 147.
STROEFE e HÜTTEMBRÄUCHER. Neuere Entwicklung der Werbrennungstriebwagen bei der Deutschen Reichsbahn, pag. 5, fig. 8.

1939 625 . 24 (. 43)
Glasers Annalen, 1° giugno, pag. 153.
L. Köpke. Neuere Entwicklungsrichtungen im Güterwagenbau, pag. 6, fig. 13.

Die Lokomotive

1939 621 . 132 . 62 (. 43)
Die Lokomotive, maggio, pag. 59.
D. Riedel. Neueste I-E-I Güterzug-Lokomotive der Deutschen Reichsbahn Baureihe 45, pag. 7, fig. 11.

1939 625 . 28
Die Lokomotive, maggio, pag. 69.
P. Schnock. Parität zwischen Lokomotive and Kraftwagen ?, pag. 2 ½.

Schweizerische Bauzeitung.

1939 624 . 2 . 093
Schweizerische Bauzeitung, 29 aprile, pag. 204.
E. Bühler. Anschluss gekürzter Lamellen bei Vollwandträgern, pag. 1, fig. 3.

1939 627 . 82
Schweizerische Bauzeitung, 13 maggio, pag. 231.
A. Sarzasin. Notes sur les barrages à arches multiples, pag. 4, fig. 15.

Elektrotechnische Zeitschrift.

1939 621 . 312
Elektrotechnische Zeitschrift, 1° giugno, pag. 642.
Die Elektro industrie, pag. 2.

1939 621 . 311 . 17
Elektrotechnische Zeitschrift, 1° giugno, pag. 647.
Kraftwerksbau, pag. 1.

1939 621 . 313 + 621 . 333
Elektrotechnische Zeitschrift, 1° giugno, pag. 648.
Elektrische Maschinen, pag. 1.

1939 621 . 314 . 2
Elektrotechnische Zeitschrift, 1° giugno, pag. 649.
Trasformatoren, pag. 1, fig. 2.

1939 621 . 314 . 27
Elektrotechnische Zeitschrift, 1° giugno, pag. 650.
Stromrichter, pag. 1.

1939 621 . 316 . 3
Elektrotechnische Zeitschrift, 1° giugno, pag. 651.
Schaltanlagen und Schalteinrichtungen, pag. 1 ½, fig. 4.

1939 621 . 316 . 5
Elektrotechnische Zeitschrift, 1° giugno, pag. 652.
Schaltgeräte, pag. ½.

1939 621 (318 . 5 + 8 + 316 . 925)
Elektrotechnische Zeitschrift, 1° giugno, pag. 653.
Relais, Schutz und Steuertechnik, pag. 1.

1939 621 . 315 . ½
Elektrotechnische Zeitschrift, 1° giugno, pag. 655
Leitungsbau, pag. ½.

1939 621 . 3 . 027 . 3
Elektrotechnische Zeitschrift, 1° giugno, pag. 655.
Hochspannungstechnik, pag. ½.

1939 621 . 315 . 6
Elektrotechnische Zeitschrift, 1° giugno, pag. 656.
Isolierstoffe, pag. ½.

1939 621 . 33
Elektrotechnische Zeitschrift, 1° giugno, pag. 657.
Elektrische Bahnen, pag. 1.

1939 621 . 32
Elektrotechnische Zeitschrift, 1° giugno, pag. 662.
Lichttechnik, pag. 3.

621 . 32
1939 531 . 785 : 621 . 313
Elektrotechnische Zeitschrift, 8 giugno, pag. 694.
A. Lütjen. Ein Gerät für Drehmomentmessung an umlaufenden Maschinen, pag. 2, fig. 4.

LINGUA INGLESE

Engineering.

1939 669 . 14
Engineering, 2 giugno, pag. 663.
Research on alloy steels, pag. 1.

1939 628 . 8
697 . 9
Engineering, 9 giugno, pag. 691.
Air conditioning in industry, pag. 2, fig. 7.

1939 621 . 432
Engineering, 9 giugno, pag. 693.
C. G. Williams e H. A. Young. Piston-ring blowby on high-speed petrol engines, pag. 1, fig. 8 (continua).

Railway Age.

1939 656 . 221
Railway Age, 22 aprile, pag. 699.
What horsepower for 1000 ton. passenger trains ? Report of the Mechanical Division tests to determine the maximum drawbar horsepower reguired at 100 m. p. h. on level tangent track, pag 5, fig. ½.

1939 656 . 25
Railway Age, 13 maggio, pag. 818.
Signaling for a train a minute on San Francisco bridge. Continuous control of train speeds on the main span and the use of route interlockings at each terminal provide 63,5-second headway, pag. 5, fig. 6.

The Railway Gazette

1939 621 . 132 (.44)
The Railway Gazette, 31 marzo, pag. 545.
French locomotive with velox boiler, pag. 2 ½, fig. 4.

1939 621 . (33 : 316 . 26)
The Railway Gazette, Electric Ry. Traction Supplement, 31 marzo, pag. 33.
C. E. Fairburn. The evolution of electric traction substations, pag. 3, fig. 3.

621 . 431 . 72
1939 625 . 34
The Railway Gazette, Diesel Ry. Traction Supplement, 14 aprile, pag. 58.
Diesel cars for freight traffic, pag 1, fig. 2.
1939

LINGUA SPAGNOLA

La Ingenieria

1939 624 . 2 . 012 . 4
La Ingenieria, gennaio, pag. 18.
C. M. Palacio. Obras del nuevo puente sobre el Riachelo. Viaductos de acceso y sus fundaciones, pag. 6, fig. 6.

1939 624 . 154
La Ingenieria, gennaio, pag. 54.
L. Hoebeke. Tablestacado de hormigón moldeado en el sitio, pag. 4, fig. 11.

LINGUA POLACCA

Inzynier Kolejowy

1938 625 . (171 + 184 . 4)
Inzynier Kolejowy, ottobre, pag. 412.
G. Lenkowsky. Réglage des courbes au moyen du mesurage des flèches, pag. 4 ½, fig. 3.

1938 625 . 143 : 621 . 791 . 5
Inzynier Kolejowy, novembre, pag. 453.
S. Suida. Une longue file de rails, pag. 10, fig. 6.

ANNO XXVIII - VOL. LVI - N. 3. RIVISTA MENSILE Roma, 15 settembre 1939 (Anno XVII)
Abbonamento annuo: Pel Regno L. 72; per l'Estero (U. P.) L. 120. Un fascicolo separato rispettivamente L. 7,50 e L. 12,50
Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani
Quota annuale di associazione L. 36
Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL
Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani
COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE
FERROVIE DELLO STATO

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA - Via delle Terme di Diocleziano, 90 - Telefono 44-303

SOMMARIO

Anno XXVIII - Vol. LVI 15 Settembre 1939 - Anno XVII - N. 3

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla "Rivista„ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

Allargamento del ponte in muratura sul fiume Toce al Km. 52 + 555 in dipendenza del raddoppio della linea Arona-Domodossola

Ing. P. BONA, per incarico del Servizio Lavori e Costruzioni delle F. S.

Riassunto. — Vengono descritte le modalità di costruzione per il prolungamento dei volti del ponte sul fiume Toce per far posto al binario di raddoppio della linea Arona-Domodossola. È messo in evidenza l'impiego di centine formate con strutture tubolari metalliche « Innocenti », che si sono dimostrate particolarmente adatte per la facilità e sicurezza del montaggio, per la loro rigidità e per la possibilità del completo ricupero del mate iale impiegato.

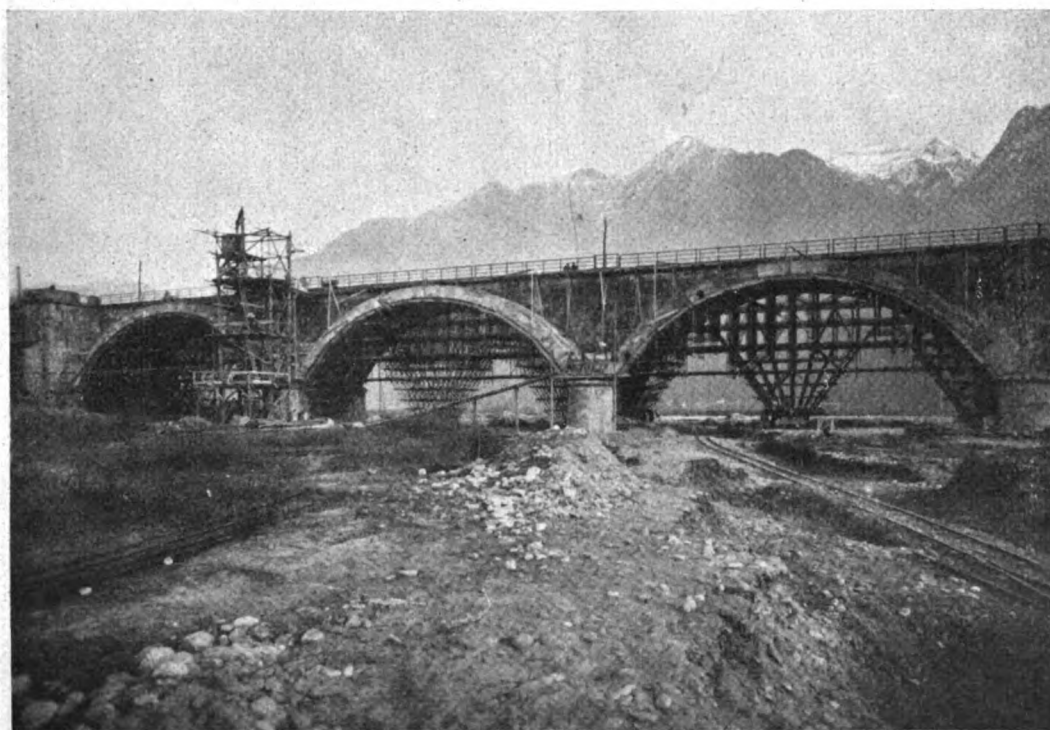



FIG. 1. — Ponte a 6 luci di m. 25 sul Fiume Toce - Volti n. 1 e n. 2 gettati e volti n. 1, n. 2 e n. 3 armati.

Il ponte a sei luci, di 25 metri ciascuna, sul fiume Toce è fra le opere più importanti interessate dal raddoppio del binario della linea Arona-Domodossola, ora in corso di attuazione.

I volti di questo ponte sono a monta ribassata, con una freccia di m. 7,00, e sono costruiti in mattoni, con lo spessore di m. 1,10 in chiave, che aumenta sino a m. 1,50 all'imposta.

Le fondazioni, occorrenti per il prolungamento delle luci del ponte, all'atto della costruzione della linea erano già state predisposte con cassoni autofondanti sino all'altezza del piano di spiccato delle spalle e delle pile.

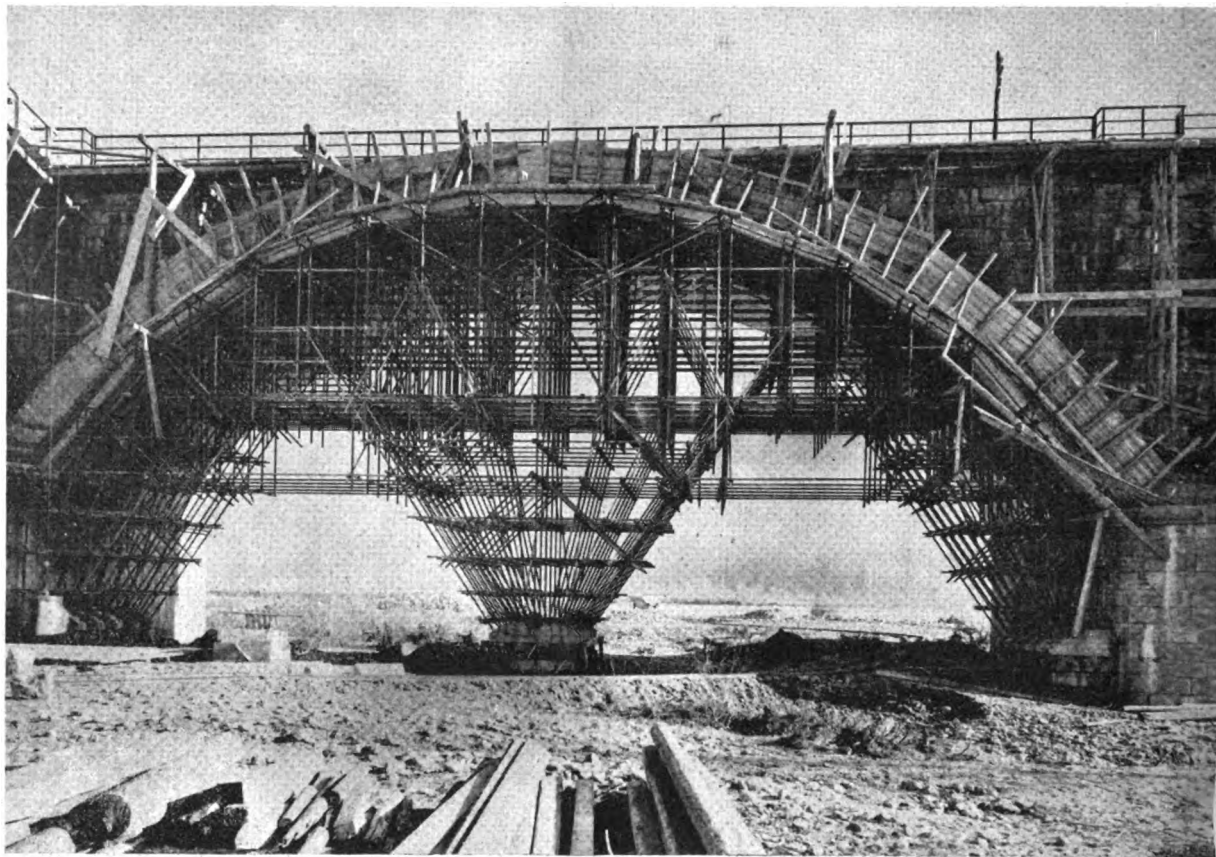



FIG. 2. — Vista di una centina con strutture metalliche tubolari.

Le opere per predisporre la sede del nuovo binario di raddoppio si sono quindi limitate alla costruzione dei prolungamenti dei piedritti, dei volti e dei rinfianchi, strutture che sono state eseguite tutte indipendenti da quelle preesistenti.

Il muro frontale esistente, contiguo all'allargamento, è stato conservato sino a metri 0,60 sotto il piano del ferro e si è soltanto provveduto alla costruzione del nuovo muro frontale a valle, riutilizzando le copertine in pietra ed il parapetto esistente.

Si è potuto così provvedere a tutto il lavoro senza interessare in alcun modo il binario in esercizio. Speciali accortezze si sono avute per lo stendimento della cappa di asfalto, provvedendo a ricavare una trinca in corrispondenza dell'incontro della superficie superiore del nuovo rinfianco con il paramento in conci granitici del vecchio muro frontale: in detta trinca si è costipato l'asfalto della cappa, in modo da formare un giunto elastico fra le strutture vecchie e nuove del ponte.

Il prolungamento dei volti, per una lunghezza di m. 3,92, è stato eseguito con struttura in calcestruzzo non armata.

Varie ragioni hanno consigliato di abbandonare la struttura in mattoni, quali la possibilità di potere raggiungere una maggior rapidità nella esecuzione, nonchè la preoccupazione di avere dalle fornaci vicine mattoni ad alta resistenza; è ben noto, invece, come il materiale ghiaia e sabbia di natura silicea del fiume Toce è ottimo.

È stata mantenuta la stessa dimensione dei volti in mattoni: la dosatura del calcestruzzo è stata di Kg. 350 di cemento Portland.

L'Impresa, cui erano affidate le opere, dopo un particolareggiato studio, trovò conveniente di eseguire le centine di sostegno dei volti con strutture metalliche tubolari, anzichè in legname (fig. 1).

Tali centine costituiscono una recente interessante applicazione, anche dal punto di vista autarchico, di tale sistema di armature (brevetti Innocenti), che sembra pure

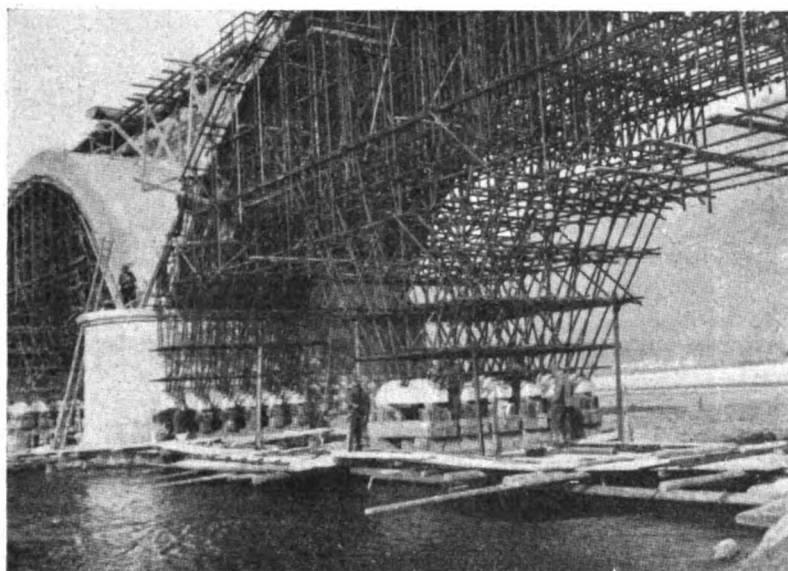



FIG. 3. — Centinatura della prima luce verso Arona.

adatto per grandi luci, specialmente quando l'altezza dei piedritti non sia molto grande, come nel caso attuale.

La centina è stata studiata con un solo appoggio intermedio (fig. 2), sia per permettere due luci libere di oltre m. 10, tali da garantire un regolare deflusso dell'acqua del fiume anche in caso di piena, sia a causa della difficoltà ed onerosità di creare un adeguato appoggio nelle prime due luci del ponte, dove passa il ramo principale del Toce e dove si hanno notevoli profondità d'acqua (fig. 3).

Gli appoggi intermedi e quelli di estremità sono formati da una robusta palificata, collegata con uno zatterone sul quale sono posti i plinti di sostegno in calcestruzzo di cemento, che trasmettono i carichi a mezzo di cunei di legno (figg. 4, 5 e 6).

Su detti plinti va a convergere il fascio dei puntoni costituenti l'ossatura di sostegno vera e propria. I puntoni sono poi collegati fra loro da diversi ordini di correnti, traversi e diagonali.

Tutte queste strutture sono in tubi Mannesmann-Dalmine senza saldatura, in acciaio ad alta resistenza, (55 ÷ 65 Kg/cmq.), collegati fra loro mediante speciali giunti brevettati.

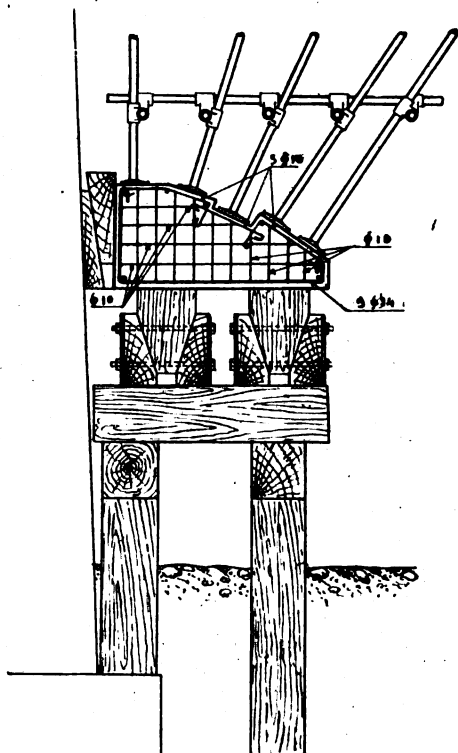



Fig. 4. — Particolare dell'appoggio laterale. (Scala 1 : 40)

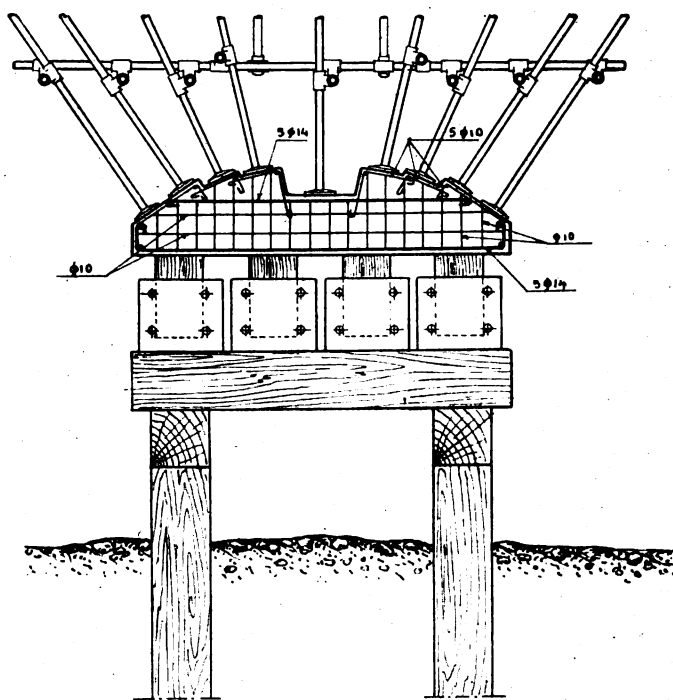



Fig. 5. — Particolare dell'appoggio centrale. (Scala 1 : 40)

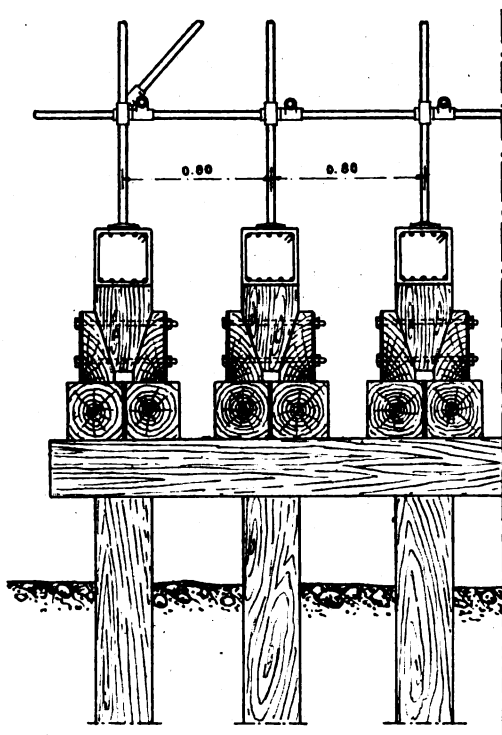



Fig. 6. — Sezione in mezzeria dell'appoggio centrale. (Scala 1 : 40)

I tubi hanno tutti le seguenti caratteristiche:

Diametro esterno	D =	48 mm.
Diametro interno	d =	41 mm.
Sezione	F =	4,25 cmq.
Momento resistente	W =	4,5 cmc.
Momento d'inerzia	J =	10,78 cm.^{4}
Raggio d'inerzia	ρ' =	1,57 cm.

Dal diagramma (fig. 7) risulta come si è svolto nel tempo il lavoro di montaggio delle centine, quello del getto dei volti, che furono suddivisi in 19 conci, ed infine del disarmo.

Pur tenendo conto di una interruzione, dovuta alla piena del fiume Toce, che ha ritardato il montaggio dell'ultima centina e della sospensione dei getti per i mesi di dicembre e gennaio a causa del gelo, il lavorò durò dal 6 ottobre 1938 al 24 aprile 1939: per un opportuno confronto si ricorda che la costruzione dei volti in muratura di mattoni, come risulta da una relazione della Società Italiana per le Strade Ferrate del Mediterraneo, richiese 16 giorni per ogni volto, mantenendo sempre armate contempo-

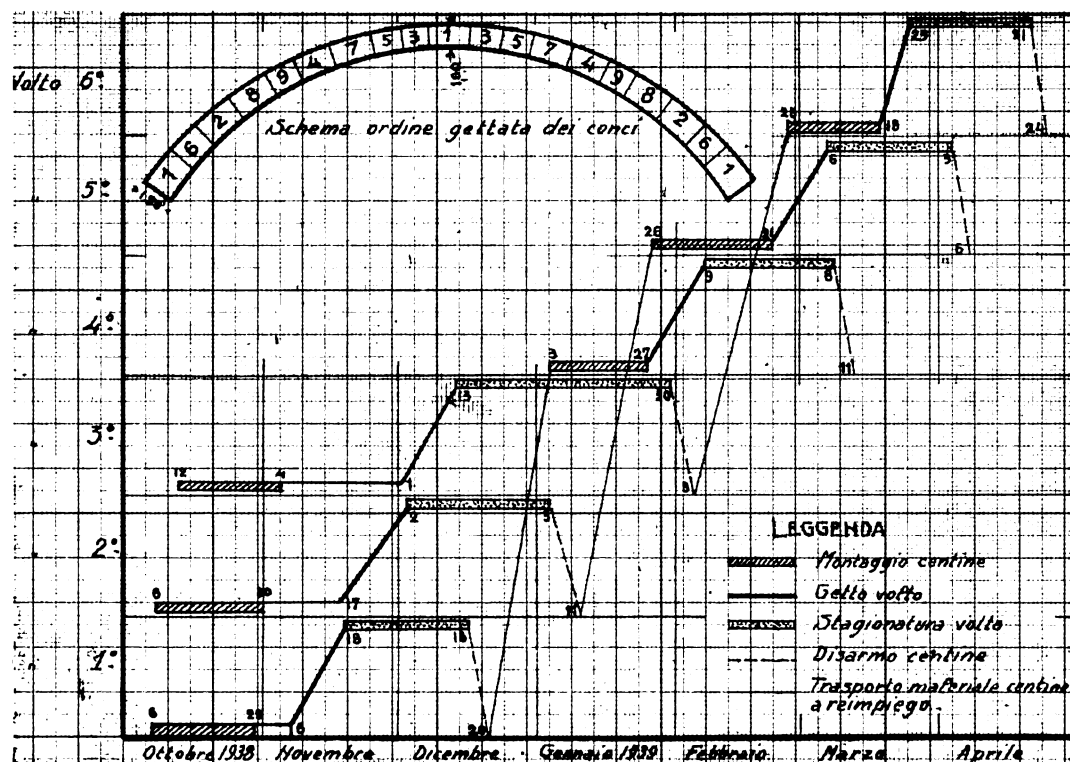



FIG. 7. — Diagramma dell'andamento della costruzione dei volti del ponte a 6 luci di m. 25 ciascuna sul fiume Toce.

raneamente tre luci. Il getto dei volti in calcestruzzo richiese invece un periodo di tempo da 13 ad 8 giorni.

Il calcolo statico è stato impostato in modo che ogni elemento della struttura dovesse resistere anche ai carichi parziali che risultavano dall'ordine con cui i conci di calcestruzzo dovevano venire gettati. Il peso del complesso delle strutture tubolari per ogni volto è stato di circa Ql. 200.

Per ogni volto sono state previste N. 6 centine ad interasse di cm. 0,80 ciascuna. Il manto di tavoloni, delle dimensioni di cm. 24 × 10, è stato fissato a sagome poste in corrispondenza di ogni centina alla quale le sagome stesse trasmettono il carico appoggiandosi ad elementi tubolari speciali posti a distanza di m. 1,30.

Detti elementi (vedi fig. 8), formanti una specie di pilastro di dimensioni in pianta di cm. 25 × 30, sono costituiti da 4 montanti collegati agli estremi con due traversi, di cui quelli in sommità (*a*) sono in posizio-

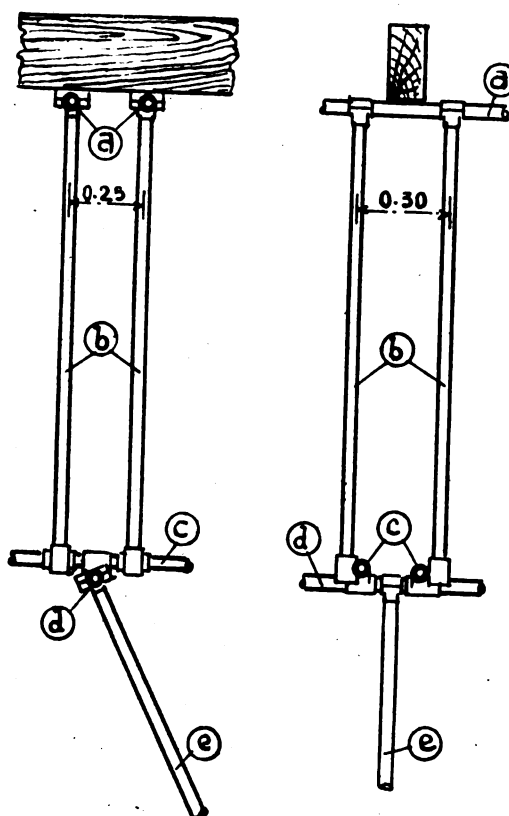



FIG. 8.

ne normale rispetto a quelli dell'estremità inferiore (*c*) ai quali, a mezzo di un traverso (*d*), poi si collega il puntone (*e*) di sostegno del nodo, che va a scaricarsi sul plinto in calcestruzzo.

Per realizzare l'attacco dei traversi (*a*) con i puntoni (*b*) è stato studiato un giunto assiale da adottarsi particolarmente nella costruzione delle centine ed avente lo scopo di eliminare gli effetti della eccentricità, che si ha impiegando i giunti ortogonali, che sono normalmente adottati nelle strutture tubolari, quale ad esempio quella già descritta in questa rivista al N. 4 del 15 ottobre 1938 (Ing. M. MORGANA: *Le costruzioni provvisorie della Stazione di Roma Ostiense*).

In virtù del dispositivo sopradetto i traversi (*a*), risultano di luce assai limitata e quindi la sollecitazione e flessione è molto ridotta ed è invece sfruttata nel migliore modo la resistenza al taglio.

Risulta, dalla descrizione di cui sopra, che ogni complesso delle aste « *a-b-c-d-e* » lavora indipendentemente e quindi la centina può, come innanzi si è detto, essere caricata anche parzialmente.

Per determinare le sollecitazioni risultanti in ciascuno degli elementi del complesso, occorre determinare il carico *P* cui questo può venire assoggettato.

Fissando come spessore medio del volto m. 1,25 si avrà un carico per mq.:

m. 1,25 × Kg. 2400	= Kg. 3000
centina e manto	= Kg. 200
Totale . . .	= Kg. 3200

Non si terrà conto del peso della struttura, insignificante rispetto agli altri carichi, ma occorre aumentare il predetto carico del 15 % per tenere conto delle vibrazioni durante il getto delle centine.

Si avrà quindi:

$$\text{Kg. } 3200 \times 1{,}15 = 3680 \text{ Kg/mq.}$$

per ogni centina il carico per ml. sarà:

$$\text{Kg. } 3680 \times \text{m. } 0{,}80 = 2944 \text{ Kg/ml.}$$

e per ogni elemeno o nodo della centina:

$$P = \text{Kg. } 2944 \times \text{m. } 1{,}30 = \text{Kg. } 3827$$

arrotondando P = Kg. 3800.

Corrente a: si considera come una trave di lunghezza cm. 30, completamente incastrata e caricata in mezzaria dal carico P_1, che è la metà di P:

$$P_1 = \frac{1}{2} \text{ Kg. } 3.800 = \text{Kg. } 1900$$

$$M = \frac{1900}{8}\, 30 = 7125 \text{ Kg/cm.}$$

$$\sigma = \frac{7125}{4{,}5} = 1584 \text{ Kg/cmq.}$$

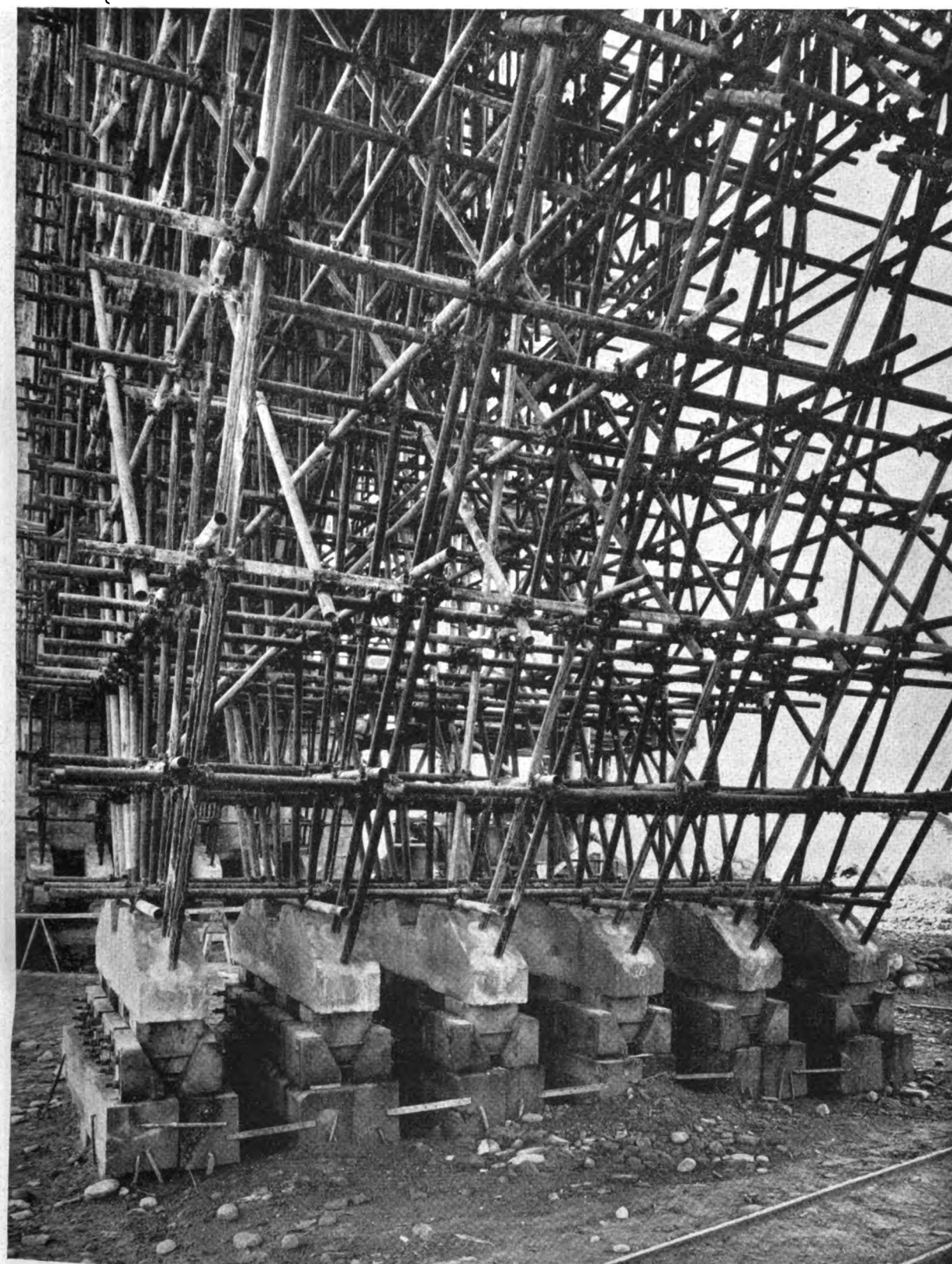



Fig. 9. — Appoggio intermedio della centina tubolare.

Montante b: si considera come un'asta avente la lunghezza libera di m. 1,55 e caricata di un carico P_2 eguale alla metà di P_1:

$$P_2 = \frac{\text{Kg. } 1900}{2} = 950 \text{ Kg.}$$

Rapporto di snellezza per il carico di punta:

$$\lambda = \frac{155}{1,59} = 98$$

cui corrisponde:

$$\omega = 3,22$$

donde:

$$\sigma = \frac{3,22 \times 950}{4,25} = 720 \text{ Kg/cmq.}$$

Corrente c: come il corrente *a*.

Corrente d: si considera come una trave incastrata di lunghezza cm. 20, caricata, simmetricamente alla mezzaria, uniformemente per la lunghezza del giunto, che è di cm. 10, dell'intero carico P = Kg. 3800.

$$M = \frac{11}{96}\, 3800 \times 20 = 8720 \text{ Kg/cm.}$$

$$\sigma = \frac{8720}{4,5} = 1910 \text{ Kg/cmq.}$$

Montante e: si considera come un'asta avente la lunghezza libera di m. 1,25 e caricata del carico P. Si avrà il massimo sforzo nel montante più inclinato e cioè per $\alpha = 56^\circ$ tale P_{max} sarà:

$$P_{max} = \frac{\text{Kg. } 3800}{\text{sen } 56^0} = \frac{3800}{0829} = \text{Kg. } 4580$$

$$\lambda = \frac{125}{159} = 79 \qquad \omega = 1,81$$

$$\sigma = \frac{4580 \times 1,81}{425} = 1950 \text{ Kg/cmq.}$$

I plinti di appoggio sono stati costruiti fuori di opera in calcestruzzo armato, con cemento ad alta resistenza, dosato a 350 Kg. per mc. (fig. 9). Su questi plinti convergono 9 puntoni nell'appoggio centrale e 5 negli appoggi laterali. Il carico di ogni plinto è scaricato su 4 cunei per l'appoggio centrale e due sugli appoggi laterali.

I cunei sono in legno di quercia, le pareti laterali presentano una inclinazione di 18° sulla verticale e sono contenuti entro due ganasce laterali, pure in legno di quercia, tirantate trasversalmente con 4 bolloni del diametro di 25 mm.

Il carico totale sull'appoggio intermedio sarà:

$$P_3 = 9 \times 3800 = \text{Kg. } 34200$$

con un carico per cuneo:

$$P_4 = \frac{P_3}{4} = \frac{\text{Kg. } 34200}{4} = 8550 \text{ Kg.}$$

Con riferimento alla figura n. 10 abbiamo per la superficie di sommità del cuneo $(a - a)$:

cm. 25 × cm. 30 = 750 cmq.

$$\sigma = \frac{8550}{750} = 11,3 \text{ Kg/cmq.}$$

per la superficie laterale del cuneo $(b - b)$:

cm. 25 × cm. 35 = 825 cmq.

Lo sforzo trasmesso sarà:

$$p_1 = \frac{P_4}{2 \times \text{sen } 18^0} = \frac{8550}{2 \times 0,305} = 14050 \text{ Kg.}$$

$$\sigma = \frac{\text{Kg. } 14050}{825} = 17,1 \text{ Kg/cmq.}$$

Lo sforzo indotto nei bolloni sarà:

$$p_2 = p_1 \cos. 18 = 14030 \times 0,951 = 13360 \text{ Kg.}$$

Prevedendo di serrare il cuneo con 4 bolloni del diametro di 25 mm. si avrà:

$$\sigma = \frac{\text{Kg. } 13360}{4 \times 3,6} = 930 \text{ Kg/cmq.}$$

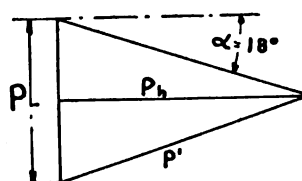
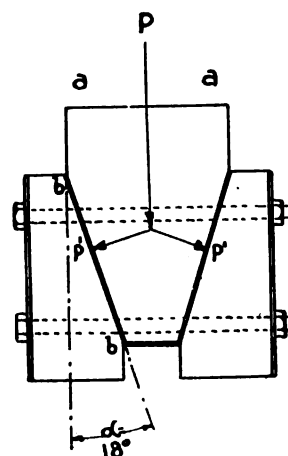



Fig. 10.

Per l'abbassamento della centina si è provveduto all'allentamento dei bolloni, provocando lo scorrimento delle pareti oblique laterali dei cunei sulle corrispondenti ganascie.

Praticamente, non ostante il considerevole numero di 192 bolloni che si devono allentare per ogni volto, l'allentamento si è avuto uniformemente e regolarmente con un numero non troppo elevato di uomini, incaricati di girare un certo numero di bolloni per un mezzo giro successivamente.

Il comportamento della centina, durante il getto e durante il periodo di stagionatura, è risultato in pratica ottimo: il cedimento delle centine sotto il carico è stato minimo e dell'ordine in media di mm. 20, così il calo del volto al disarmo delle centine è stato quasi uniformemente di circa mm. 5, rilevando così la struttura una grande rigidità d'assieme.

I lavori murari per l'allargamento del ponte sono stati eseguiti dall'Impresa Abelardo Gandini, la montatura delle centine è stata fatta direttamente dalla Ditta Innocenti, che ha noleggiato il materiale metallico all'Impresa appaltatrice.

Errata corrige per l'articolo

« Trasporto delle banane dall'Impero italiano all'Europa » pubblicato nel fascicolo del 15 luglio:

1. Pag. 44, 2ª riga della nota (1): al posto di « dispositive » doveva essere posto « diapositive ».
2. Pag. 53, fig. 7: il cliché doveva essere situato in posizione verticale. Precisamente deve rotare nel senso destrorso di 90°.

Determinazione dei coefficienti caratteristici di esercizio delle automotrici a combustione interna

Ing. MANLIO DIEGOLI, per incarico del Servizio Materiale e Trazione delle F. S.

Introduzione.

È noto come la tecnica sperimentale della trazione ferroviaria nello studio delle caratteristiche del moto dei treni di composizione normale, si sia perfezionata ed abbia gradualmente consolidato i propri metodi di indagine e gli strumenti di misura che sono installati nelle apposite carrozze dinamometriche.

FIG. 1. — Percorrenza giornaliera delle automotrici del parco F. S.

Questa rivista, molti anni addietro, ebbe occasione di descrivere in modo particolareggiato e completo i mezzi ed i metodi sperimentali già usati dalle Ferrovie Italiane dello Stato per eseguire prove di trazione con locomotive in corsa (1): *tali mezzi e metodi si sono successivamente modificati in modo radicale sia in conseguenza delle nuove esigenze dei servizi pesanti e veloci con trazione a vapore, sia in relazione ai moderni tipi di materiale rotabile entrati in servizio con la trazione elettrica e con quella utilizzante motori a combustione interna.*

Più tardi è stato fatto anche ampio cenno sulle modalità sperimentali e sulle caratteristiche dell'impiego della locomotiva-freno come mezzo integratore della carrozza dinamometrica per eseguire prove di locomotive a regime di potenza (2) *e sono state pubblicate elaborate relazioni sui risultati di esperimenti svolti con l'applicazione di tale nuovo metodo semplificativo nelle prove con locomotive in corsa* (3). *Così pure nel campo dello studio della resistenza al moto dei rotabili ferroviari veloci, si è avuta oc-*

(1) Cfr. questa Rivista: *Mezzi di esperimento usati dalle F. S. per eseguire prove di trazione con locomotive.* Ingg. MASCINI e CORBELLINI, anno XII, n. 3-4 del 15 settembre e 15 novembre 1923.

(2) Cfr. questa Rivista: *Locomotive con freno a repressione d'aria nelle prove dinamometriche.* Ing. DIEGOLI, anno X, n. 4, del 15 aprile 1931.

(3) Cfr. questa Rivista: *I cuscinetti delle bielle nelle locomotive veloci.* Ing. DIEGOLI, fascicoli 15 maggio, 15 agosto 15 dicembre 1933 e 15 dicembre 1934; *Confronto sperimentale tra due locomotive tipo 670 di cui una trasformata secondo il sistema Franco.* Prof. BAJOCCHI, Ing. DIEGOLI, Prof. GAMBA, Prof. MAFFEZZOLI, fascicolo 15 gennaio 1939-XVII, ecc.

casione di riferire in questa Rivista sui critteri eseguiti dalle Ferrovie Italiane dello Stato per la determinazione sperimentale del coefficiente di forma dei veicoli veloci, usando il metodo della riflessione alla galleria del vento (4), ed anche con l'impiego dei procedimenti propri dell'architettura navale con le determinazioni della resistenza al moto di modelli alla vasca idroninamica (5), che furono rilevati anche da sperimentatori ferroviari stranieri (6).

A distanza di circa 18 anni dalla prima nostra relazione completa sui mezzi e metodi sperimentali di esercizio ferroviario, si ritiene che possa riuscire utile per i lettori della Rivista di conoscere quale è il cammino percorso e quali nuovi perfezionamenti si sono realizzati in Italia in questo campo della tecnica ferroviaria. A tale scopo confidiamo di poter tra breve compilare una memoria esauriente, a carattere prevalentemente descrittivo, sulla nuova carrozza dinamometrica delle Ferrovie Italiane dello Stato e degli strumenti in essa istallati. Saranno pure riportati i metodi sperimentali che vengono oggi normalmente seguiti dalle Ferrovie Italiane dello Stato e che sono stati gradualmente perfezionati ed adattati alle particolari esigenze della Rete.

Ma a fianco di questa tecnica sperimentale di esercizio, che ormai anche in Italia ha una storia di quasi un quarantennio e quindi è già ricca di una brillante tradizione di lavori eseguiti e di direttive tracciate per la costruzione del materiale rotabile e per la sicurezza e la regolarità dell'esercizio, deve oggi sorgere e svilupparsi anche un altro campo di sperimentazione che non può valersi degli strumenti primari istallati nelle carrozze dinamometriche perchè relativo allo studio di esercizio delle automotrici in semplice e multiplo attacco, siano esse elettriche che a combustione interna.

Alcuni tentativi stranieri di utilizzare apposite automotrici provviste di apparecchi di misura, per poter studiare con esse il comportamento in marcia delle singole unità attrezzate o di altre ad esse accoppiate, non hanno fino ad oggi avuto largo seguito (7). Maggiore attenzione è stata invece portata dagli sperimentatori di trazione ai metodi di indagine proposti da varie parti per la determinazione dei coefficienti caratteristici di esercizio delle automotrici, senza l'ausilio di apparecchi dinamometrici.

Questi nuovi metodi rappresentano un primo passo per la definitiva scelta delle direttive sperimentali da seguire in questo campo specializzato e del tutto particolare dell'esercizio delle automotrici e furono consigliati anche in seno all'U. I. C. allo scopo di unificazione e quindi per avere la possibilità di eseguire confronti tra i vari tipi di automotrici progettati dalle varie Amministrazioni europee.

Lo studio sperimentale che qui di seguito si pubblica, e che è relativo ad uno dei tipi più esteso di automotrici a combustione interna in servizio nelle Ferrovie dello Stato, segue i metodi stessi in una interessante applicazione.

Ma già dalla esecuzione pratica delle modalità sperimentali seguìte nello studio stesso, scaturiscono nuove possibilità di impiego di strumenti appositi che gradualmente perfezionano le attrezzature necessarie diminuendo la laboriosità delle determinazioni

---

(4) Cfr. questa Rivista: *Velocità raggiungibili su rotaie,* 1° ottobre 1935-XIII. Prof. Ing. G. Corbellini.

(5) Cfr. questa Rivista: *Determinazione della resistenza aerodinamica del materiale ferroviario mediante esperimenti alla vasca idrodinamica.* Prof. Ing. G. Corbellini, 15 aprile 1936-XIV.

(6) Cfr.: *The air resistance of passenger trainy.* Ing. F. C. Johansen in « Istitution of Mechanical Engineers », London, dicembre 1936, pag. 186 e seg.

(7) Cfr. *Der Triebwagenmesswagen der Deutschen Reichsbahu-Reichsbahnbauassessor Ewald Hüttebräucker,* Organ, 15 dicembre 1937.

grafiche proprie del metodo a tutto vantaggio della sollecitudine del lavoro e sopratutto della esattezza dei risultati, quando ad essi si possa giungere con procedimento scevro dagli errori dipendenti dalle operazioni di calcolo grafico ed essere solo affetti dagli errori sistematici istrumentali e di lettura, facilmente controllabili e valutabili.

L'importanza assunta dai servizi italiani con automotrici è tale da spingere i tecnici sperimentatori addetti all'esercizio verso un continuo e decisivo progresso nei metodi e nei mezzi usati per lo studio di tale nuovo materiale rotabile. Sembra pertanto che debba riuscire assai utile questo primo contributo concreto di valori numerici positivi sullo studio delle caratteristiche fondamentali delle automotrici F. S. ALn 56 Fiat eseguito da un ingegnere delle F. S. già particolarmente allenato ed esperto in materia di esperimenti di trazione ferroviaria sui quali ha ripetutamente riferito in questa Rivista.

Prof. Ing. GUIDO CORBELLINI.

Riassunto. — **L'opportunità di rendere possibile il diretto confronto fra le caratteristiche pratiche delle automotrici con motore a combustione interna anche se appartenenti a Reti di Stati diversi, al fine di meglio valutare l'evoluzione di questo particolare ramo della tecnica ferroviaria, impone che le caratteristiche stesse vengano determinate seguendo in ogni caso gli stessi metodi di indagine e di calcolo.**

A tale scopo la « Commission d'Etude des Automotrices » ha concordato a suo tempo un preciso programma sperimentale secondo il quale appunto sono state eseguite le prove con l'automotrice Fiat ALn 56, cioè con un tipo del quale il parco F. S. ha rilevante dotazione.

Sono trascorsi pochi anni dall'introduzione nell'esercizio delle F. S. di automotrici con motore a combustione interna e, dopo i primi tempi caratterizzati da difficoltà ed incertezze insiste nella novità stessa di un mezzo ferroviario sul quale mancava ogni seria esperienza ed ogni razionale organizzazione, già lo sviluppo e l'importanza dei servizi a cui sono adibite vanno aumentando con ritmo celere (fig. 1).

FIG. 2. — Progressione del numero di automotrici in servizio.

Le Reti estere impiegano automotrici non meno delle F. S. le quali in pochi anni, con rapido incremento (fig. 2) sono giunte ad averne attualmente 650 in circolazione ed oltre 200 in ordinazione; si assiste così ad una fioritura di tipi e di tendenze che, se avvicina assai il quadro delle realizzazioni a quello delle soluzioni possibili, rende per la ragione stessa della grande varietà molto difficili ed incerti i confronti effettivi i quali, in definitiva, sono e saranno sempre il mezzo più rapido e conclusivo per determinare il livello dei risultati e chiarire le tendenze per ulteriori progressi.

Per consentire appunto nel campo internazionale il confronto fra le caratteristiche generali e di rendimento di tipi spesso molto dissimili, la « Commission d'Etude des Automotrices » stabiliva a suo tempo in forma precisa, su proposta degli Ingg. Ferrand e Rousselet, della Società Nazionale delle Ferrovie Francesi, le norme per la determinazione pratica degli elementi atti a definire numericamente i risultati, cioè a conferire ad essi espressioni adeguate ad un esame comparativo immediato e sufficientemente esatto.

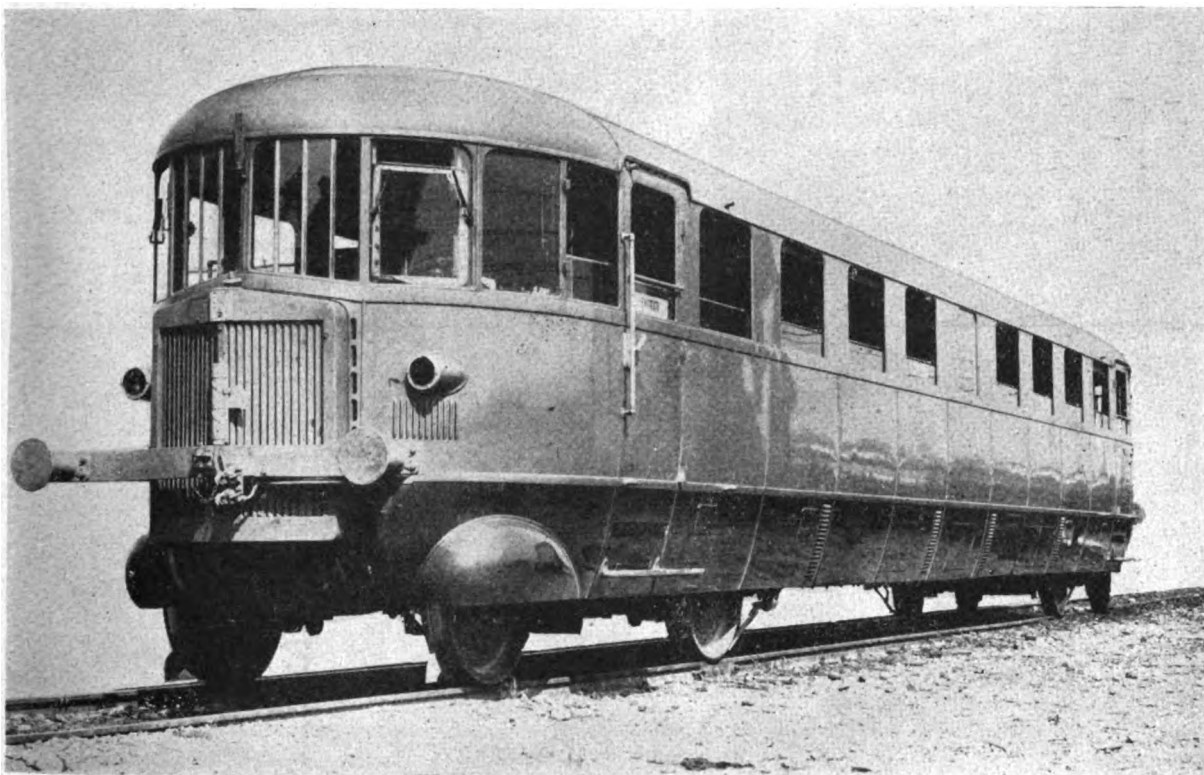



FIG. 3. — Vista dell'Automotrice Fiat A L n. 66.

Gli elementi caratteristici da determinare sono:

a) coefficiente di rotolamento;

b) coefficiente aerodinamico;

c) rendimento della trasmissione;

d) rendimento del cambio di velocità;

e) attitudine alla salita;

f) attitudine alle riprese.

Per ottenere risultati regolari occorre che i tratti di linea prescelti per le prove siano praticamente rettilinei e presentino opportuno andamento altimetrico, secondo verrà dettagliatamente indicato in seguito, nonchè ottime condizioni di manutenzione.

* * *

Verrà ora esposto un caso di determinazione sperimentale, secondo il programma su accennato, per una automotrice Fiat del gruppo ALn 56, cioè di un tipo importante per l'elevato numero (109) di unità in servizio.

Detta automotrice (figg. 3-4) è stata già dettagliatamente illustrata in questa Rivista (8), perciò si riportano soltanto talune delle caratteristiche generali:

— posti a sedere n. 56;
— posti in piedi n. 20;
— due carrelli, ciascuno con un asse motore;
— due motori Fiat 355-c, a ciclo Diesel;
— potenza massima complessiva HP. 160 circa;
— velocità massima 110 Km/ora;
— distanza fra i perni dei carrelli m. 12,100;
— distanza fra gli assi del carrello m. 2,80;
— lunghezza fra i respingenti m. 18,42;
— peso a vuoto Kg. 19,500;
— peso totale durante le prove (con carico di ceppi da freno) Kg. 25.000;
— autonomia: 700 ÷ 800 Km.

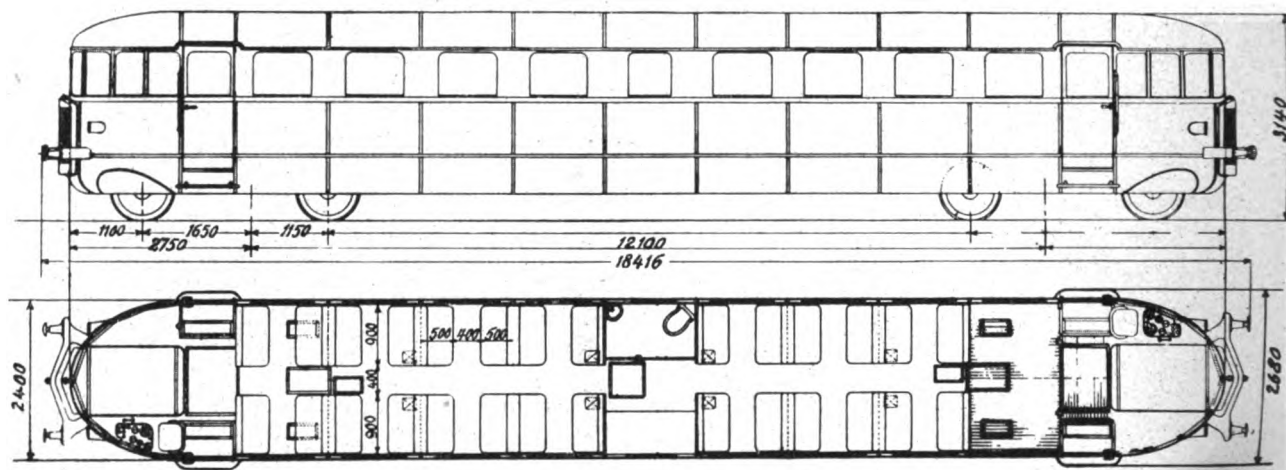



FIG. 4. — Schema dell'Automotrice Fiat A L n. 66.

a) *Coefficiente di rotolamento Fo.*

Detto coefficiente corrisponde alla resistenza limite all'avanzamento allorchè la velocità del veicolo tende a zero.

Per determinarlo si è fatto percorrere all'automotrice, con motori disinnestati, un tratto rettilineo in salita dell'ordine del 5 per mille, debitamente controllato nei riguardi della manutenzione e picchettato ogni 100 metri.

Nella zona comprendente i punti di fermata nelle varie prove, la pendenza era esattamente del 4,7 ‰. Cronometrando il tempo necessario a percorrere ciascun ettometro dalla velocità d'imbocco, dell'ordine di 80 Km/ora, fino all'arresto, si può tracciare l'andamento dello spazio in funzione del tempo (fig. 5, curva $S(t)$).

Mediante una prima derivazione grafica si passa a quello della velocità in funzione del tempo (curva $V(t)$) e successivamente con altra derivazione si determinano i valori della decelerazione sempre in ragione del tempo (curva $\varphi(t)$).

(8) Dott. Ing. A. CUTTICA: *Le automotrici delle Ferrovie dello Stato.* « Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane », marzo 1937-XV.

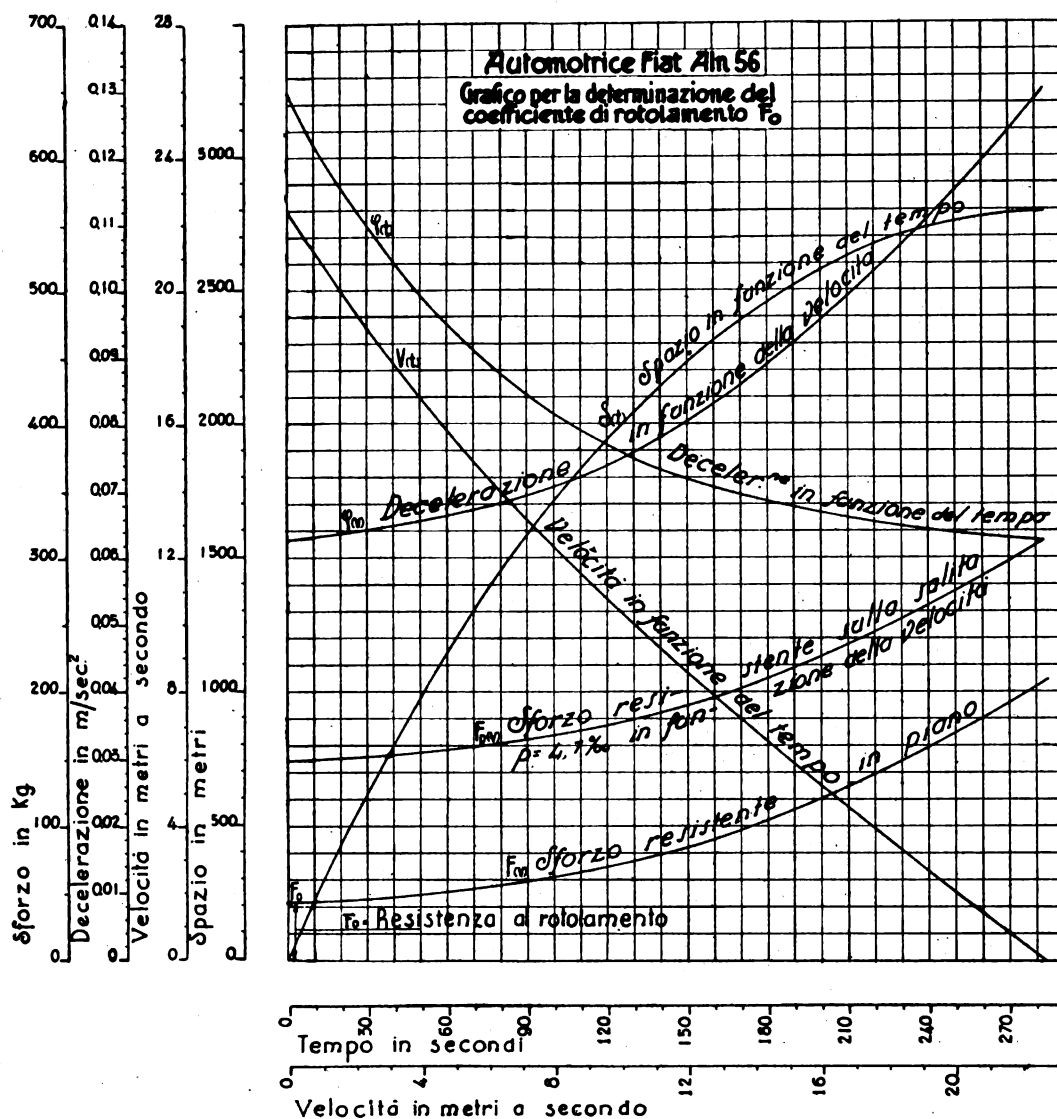



Fig. 5.

Da queste due ultime curve si deduce quella della decelerazione in funzione della velocità (curva φ (v)) la quale serve di base per la determinazione dello sforzo resistente (curva F_p (V)) relativo all'automotrice su linea in salita di pendenza p ‰ (nel caso specifico $p = 4{,}7$ ‰) secondo la espressione $F_p = \varphi \, . \, M$.

Nella valutazione della massa M occorre però tener conto di un coefficiente di correzione α dipendente dall'inerzia delle parti in rotazione, per cui sarà:

$$F_p = \varphi \frac{P}{g} (1 + \alpha) \quad \text{od anche} \quad F_p = \varphi \frac{P}{g} \left[1 + \frac{\omega}{P} \left(\frac{\rho}{R} \right)^2 \right]$$

essendo:

P il peso dell'automotrice nelle condizioni sperimentali;

ω il peso delle parti rotanti (sole ruote con tamburi del freno);

R il raggio delle ruote;

ρ il raggio di girazione delle parti rotanti considerate;

g l'accelerazione di gravità.

I valori dello sforzo resistente relativo a linea piana (fig. 5, curva $F(v)$) si deducono da quelli del grafico precedente tenendo conto dello sforzo deceleratore $P \cdot p$ che compete alla salita; in corrispondenza di $V = O$ lo sforzo deceleratore rappresenta la resistenza al rotolamento Fo che si doveva appunto determinare.

In base a sette prove, il valore medio risultante è stato:

$$Fo = \text{Kg. } 43$$

al quale corrisponde quindi una resistenza unitaria al rotolamento di:

$$\frac{43}{25} = 1{,}72 \text{ Kg/Tonn. a carico completo.}$$

b) *Coefficiente aerodinamico* KS.

Per questa determinazione si è fatto percorrere all'automotrice, sempre con i motori disinnestati, una lunga discesa comprendente alcune curve a grande raggio nella prima parte ed un rettilineo di circa 10 Km. nella parte estrema, con pendenza praticamente costante del 10 ‰.

La velocità del veicolo tende, crescendo o diminuendo secondo le condizioni iniziali ad un valore limite Vp in corrispondenza del quale lo sforzo $P \cdot p$ dovuto alla pendenza equilibra esattamente la resistenza complessiva all'avanzamento Fa.

In tali condizioni, in base all'ipotesi abitualmente accettata che nel campo delle velocità in gioco la resistenza del mezzo sia proporzionale al quadrato della velocità di marcia, si può scrivere:

$$P \cdot p = Fa = Fo + KS \cdot Vp^2$$

da cui:

$$KS = \frac{P \cdot p - Fo}{Vp^2}.$$

Numerose prove su tale percorso, di oltre 25 Km., iniziate a velocità diverse comprese fra 60 e 110 Km/ora, hanno condotto a velocità di regime sempre comprese fra 97 e 99 Km/ora ed a un valore medio del coefficiente aerodinamico:

$$KS = 0{,}0215$$

in base al quale si determinano le variazioni della potenza resistente Wr secondo la equazione (9):

$$Wr = \frac{V}{270} [(Fo + KS \cdot V^2) \pm P \cdot p]$$

(9) Le potenze aerodinamiche calcolate con la formula: $Wa = KS \cdot V^2 \frac{V}{270}$ in base a $KS = 0{,}0215$ risultano, per le velocità più elevate, un poco più grandi di quelle che si otterrebbero con determinazioni in impianti sperimentali fissi.

Ciò trova giustificazione nel fatto che, dato il metodo di prova, nella espressione:

$$KS = \frac{P \cdot p - Fo}{Vp^2}$$

il coefficiente di rotolamento Fo figura come costante, quindi indipendente dalla velocità. In tal modo nella resistenza aerodinamica vengono incluse le resistenze relative ai moti parassiti del veicolo rispetto al binario, di valore crescente con la velocità. Una determinazione specifica per separare gli effetti

e si possono tracciare le curve relative in funzione della velocità di marcia V ed in corrispondenza delle varie pendenze (fig. 6).

c) *Rendimento della trasmissione.*

A questo riguardo è necessario di conoscere anzitutto il comportamento dei motori.

L'automotrice in esperimento era munita di due motori Diesel Fiat tipo 355-c (figura 7) aventi le seguenti caratteristiche:

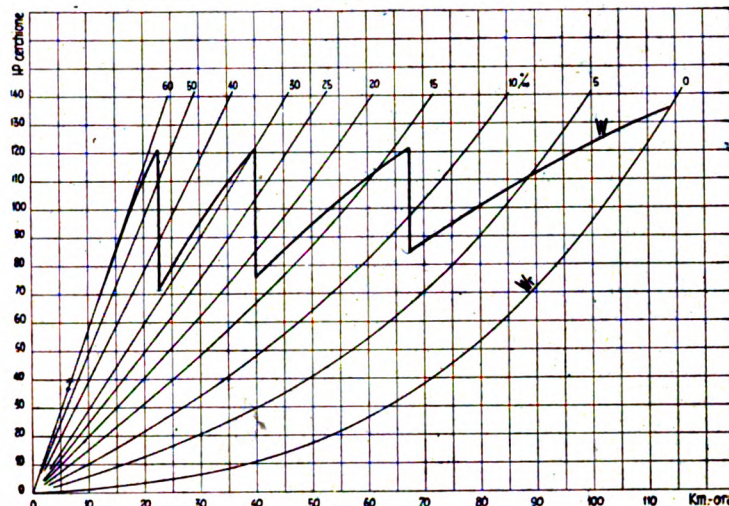



FIG. 6. — Diagramma delle potenze utili (W) e resistenti (Wr) al cerchione.

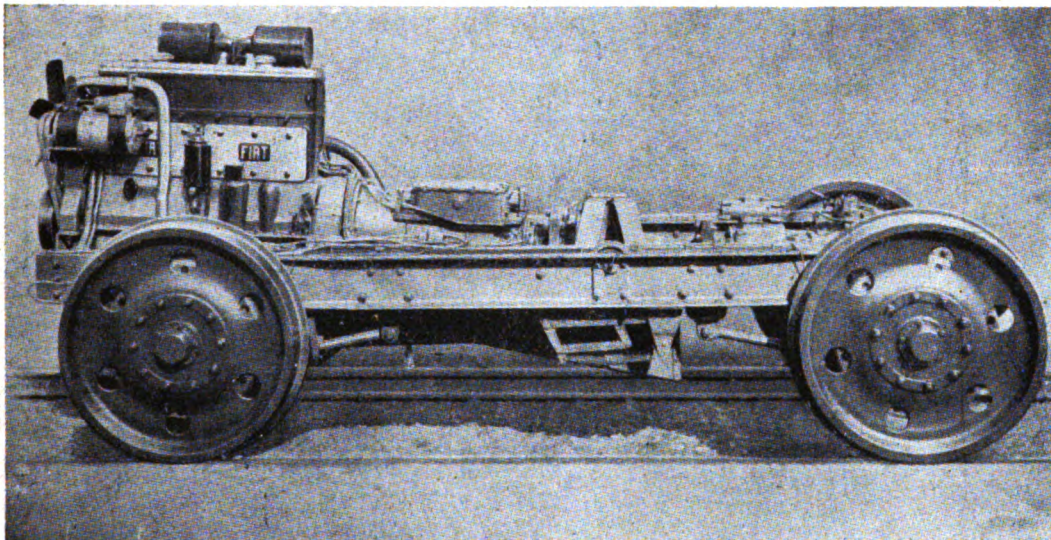



FIG. 7. — Motore Fiat 355 c montato su carrello dell' Automotrice A L n. 56.

— cilindri n. 6;
— alesaggio mm. 108;
— corsa mm. 152;
— cilindrata litri 8,355;
— giri al 1': max. 1700;
— potenza HP. 80 circa;
— alimentazione diretta a mezzo pompa e Autoflux;
— iniezione diretta;

delle due cause richiederebbe esperimenti su modelli alla vasca od alla galleria del vento, come in altra occasione venne fatto, ma in realtà tale inesattezza di dettaglio influisce in modo trascurabile sui valori della potenza resistente Wr, che è quella che in definitiva interessa.

— una dinamo da 300 W. per ogni motore;
— due motorini di avviamento per ogni motore;
— un compressore d'aria per ogni motore.

Le prove al banco sono state eseguite con i motori privi di ventilatore, come in servizio corrente, preventivamente riscaldati fino a portare l'acqua di raffreddamento a circa 70° e con l'impiego di nafta tipo Motol (di densità: $d = 0,858$).

Premesso che l'automotrice era stata prelevata dal servizio corrente e che i motori erano in medie condizioni di usura, il grafico 8 rappresenta le curve di potenza effettiva al banco in confronto a quelle indicate dalla Ditta costruttrice. Appare chiaro come il non trascurabile periodo di servizio non abbia sensibilmente ridotta la efficienza dei motori.

Numerose corse in entrambi i sensi su di un rettilineo piano della lunghezza di circa 20 Km., hanno consentito con notevole uniformità nei vari casi la velocità massima di 114 Km/ora (10) in corrispondenza di una temperatura dell'acqua di raffreddamento di 68 ÷ 70°.

A tale velocità corrisponde in presa diretta un regime angolare dei motori di 1620 giri/1' ed una potenza complessiva, dedotta dalle curve ottenute nelle prove al banco, di HP. 153,5 mentre la potenza Wr assorbita ai cerchioni (fig. 6) è di HP. 136,1.

Il rendimento Rt della trasmissione risulta quindi:

$$Rt = \frac{136,1}{135,5} = 0,886 \quad (11).$$

FIG. 8. — Potenza al banco ed al cerchione.

Poichè si usa considerare il rendimento in presa diretta come praticamente costante entro un largo campo delle velocità angolari dei motori, si può dedurre dalla curva della potenza al banco, appunto in ragione del rendimento Rt, la curva della potenza utile al cerchione (fig. 8).

---

(10) Per gli indicatori di velocità, di tipo elettrico, a mezzo di controllo pratico, erano state preventivamente determinate le tabelle di correzione.

(11) I coefficienti che intervengono nel calcolo della potenza resistente Wr è cioè Fo e Ks sono stati determinati con l'unico mezzo praticamente possibile per ottenere in corsa il massimo disinnesto delle ruote motrici dalle trasmissioni, cioè con la ruota libera (fig. 9).

Si potrebbe dedurre che il valore di Rt deve essere considerato come lievemente più elevato del vero per l'influenza che appunto su Fo e KS può avere esercitato il moto degli ingranaggi del ponte (fig. 10), ma a parte il fatto che ciò non varierebbe la relazione tra potenza utile e potenza resistente al cerchione, trattandosi per i detti ingranaggi di rotazione a vuoto l'effetto sui valori di Wr si può ritenere del tutto trascurabile.

d) *Rendimento del cambio.*

Il cambio (fig. 11) comprende due alberi scanalati con quattro velocità tali da realizzare tra il regime angolare del motore e quello delle ruote, tenuto conto del riduttore sulla trasmissione diretta, i rapporti seguenti:

1ª	1:12,20
2ª	1: 6,86
3ª	1: 4,03
4ª	1: 2,44

Le prove sono state eseguite su percorso in salita del 14,4 ‰, della lunghezza di circa 5 Km. Il valore me-

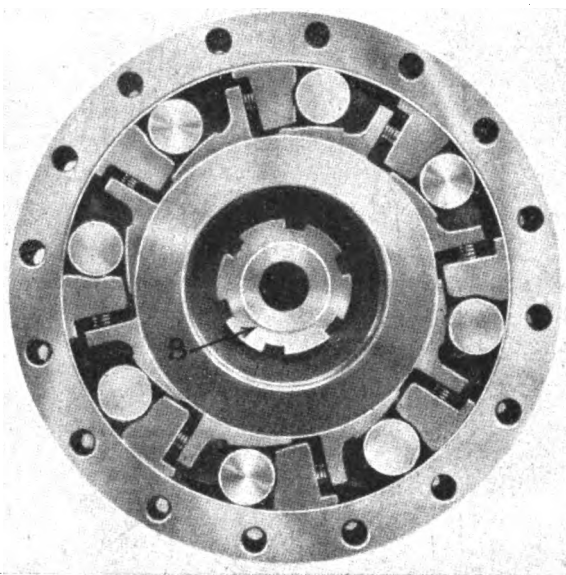



FIG. 9. — Dispositivo di ruota libera Fiat.

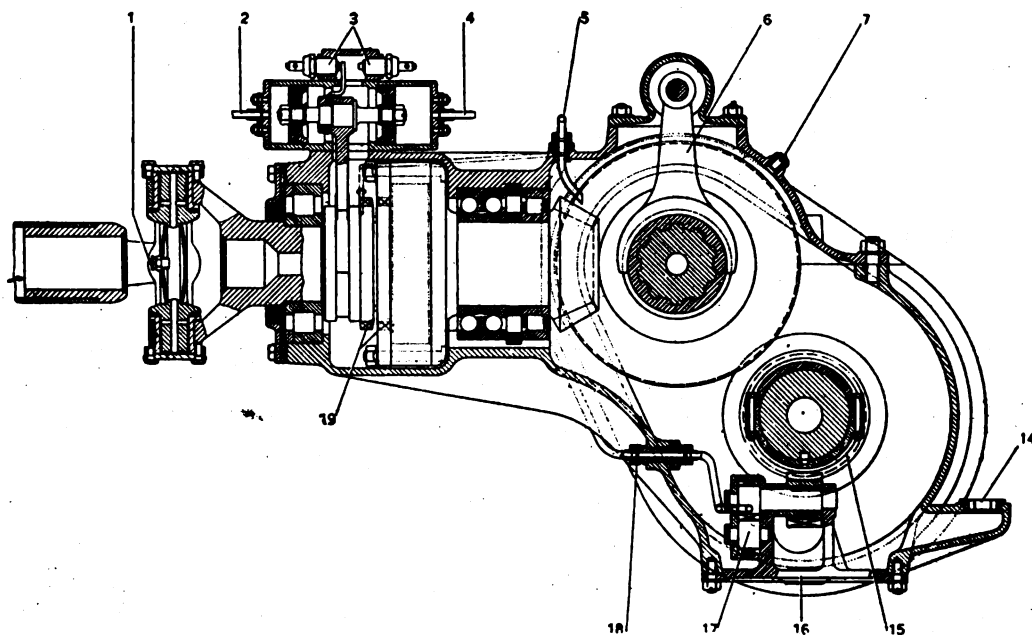



FIG. 10. — Sezione longitudinale del ponte con particolari ruota libera e invertitore di marcia.

1. Ingrassatore del cardano. — 2. Raccordo entrata aria comando bloccaggio ruota libera. — 3. Arresti corsa della leva di comando della ruota libera (muniti di contatti per l'indicatore luminoso sulla tavola di manovra). — 4. Raccordo entrata aria comando disinnesto bloccaggio ruota libera. — 5. Raccordo mandata olio sul gruppo conico. — 6. Leva di comando manicotto d'innesto per l'inversione di marcia. — 7-9. Sfiatatoi. — 8-10. Raccordi entrata aria comando inversore di marcia. — 14. Tappo d'introduzione e di livello d'olio nella scatola ponte. — 15. Coppia elicoidale comando pompa olio. — 16. Coperchio inferiore della scatola ponte e corpo della pompa olio. — 17. Ingranaggi della pompa olio. — 18. Raccordo di mandata olio al gruppo conico. — 19. Innesto bloccaggio della ruota libera.

dio delle velocità massime raggiunte in tali corse è stato di Km/ora 65, pari a 1540 giri dei motori, in terza velocità.

Anche in questa occasione la temperatura dell'acqua di raffreddamento era del l'ordine di 70°.

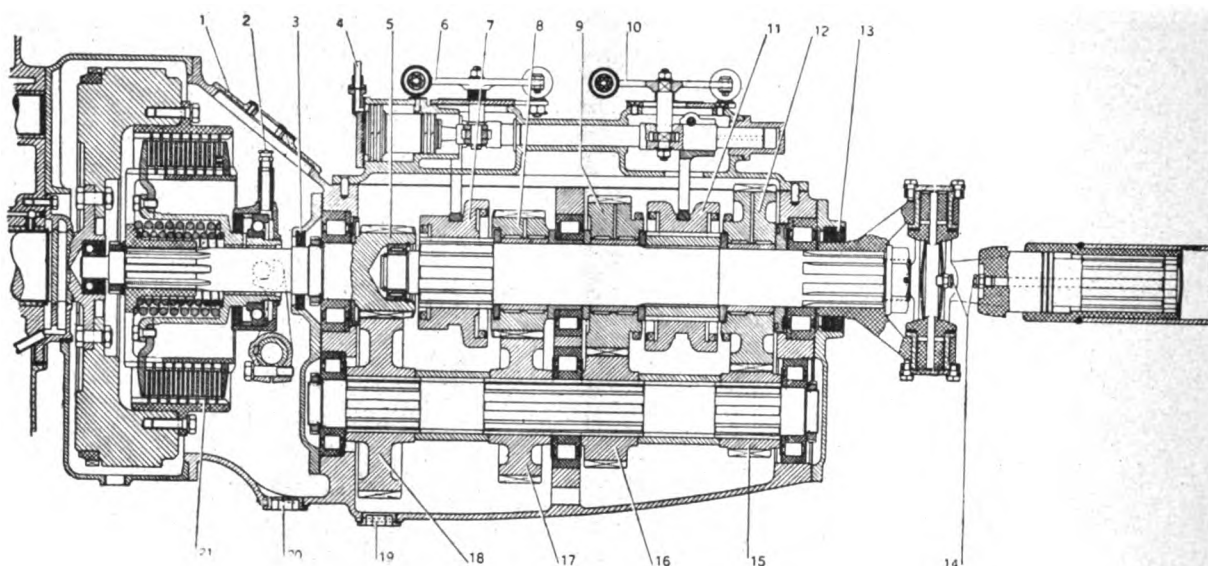



FIG. 11. — Sezione longitudinale del gruppo frizione e cambio di velocità.

1. Coperchio d'ispezione della frizione. — 2. Ingrassatore per lubrificazione cuscinetto comando frizione. — 3. Guarnitura. — 4. Raccordo entrata aria comando 3ª e 4ª velocità. — 5. Ingranaggio presa diretta. — 6. Leva con molle di richiamo per comando innesto 3ª e 4ª velocità. — 7. Manicotto d'innesto ingranaggi 3ª e 4ª velocità. — 8. Ingranaggio della 3ª velocità. — 9. Ingranaggio della 2ª velocità. — 10. Leva con molle di richiamo per comando dell'innesto 2ª e 1ª velocità. — 11. Manicotto d'innesto ingranaggi 2ª e 1ª velocità. — 12. Ingranaggio della 1ª velocità. — 13. Guarniture. — 14. Ingrassatori per cardano ed albero di trasmissione. — 15. Ingranaggio di rinvio della 1ª velocità. — 16. Ingranaggio di rinvio della 2ª velocità. — 17. Ingranaggio di rinvio della 3ª velocità. — 18. Ingranaggio di presa continua. — 19. Tappo di scarico olio. — 20. Tappo scarico olio dalla camera della frizione. — 21. Dischi della frizione.

A tale velocità di marcia corrisponde, a pieno carico, la potenza complessiva di HP 148,5 su gli alberi motori, mentre quella assorbita ai cerchioni (figura 6) è di HP 118,8.

Pertanto il rendimento globale (trasmissione e cambio) sarà:

$$R = \frac{118,8}{148,5} = 0,80$$

e quello relativo al solo cambio, per la terza velocità,

$$R_c = \frac{R}{Rt} = \frac{0,80}{0,886} = 0,903.$$

Data la grande difficoltà di trovare salite a caratteristiche adeguate per esperimenti analoghi in 2ª e 1ª velocità, è stato convenuto di assumere anche per questi ultimi rapporti il rendimento del cambio determinato per la 3ª velocità il che del resto concorda abbastanza bene con la realtà.

Nel grafico 8 è tracciata anche la curva della potenza disponibile al cerchione nel caso di impiego del cambio in 3ª velocità o in una marcia inferiore (12).

---

(12) Essendo ormai noti i rendimenti della trasmissione e del cambio, in base alle curve di utilizzazione (fig. 6) ed a quelle, di facile determinazione sperimentale, di consumo al banco in funzione della velocità angolare del motore e del suo carico, si potrebbero anche tracciare per le diverse pendenze i grafici in funzione della velocità, del consumo: per HP, per ora, per unità di percorso.

e) *Attitudine alla salita.*

I valori della potenza disponibile al cerchione, in presa diretta o con intervento del cambio, sono stati riportati (13) sulla fig. 6 in modo da porli in relazione con le curve di utilizzazione (potenza resistente *Wr* per i diversi casi).

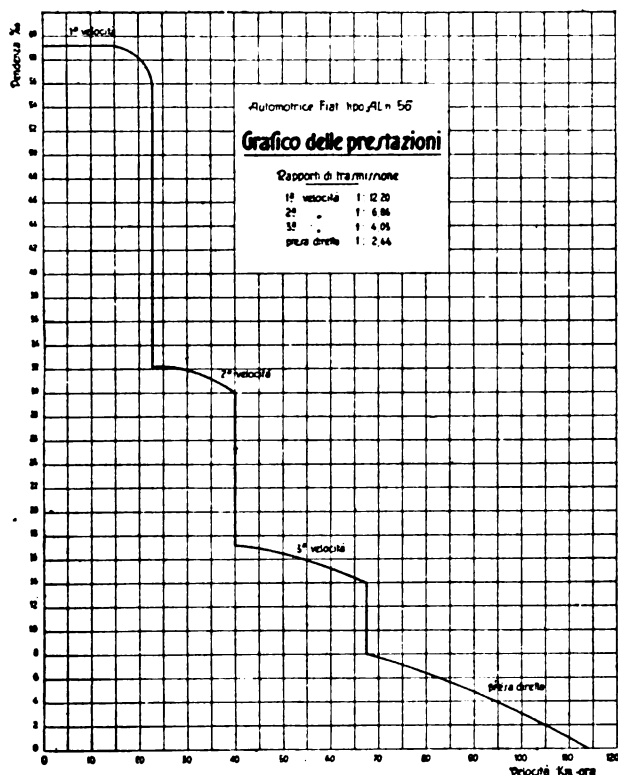



FIG. 12.

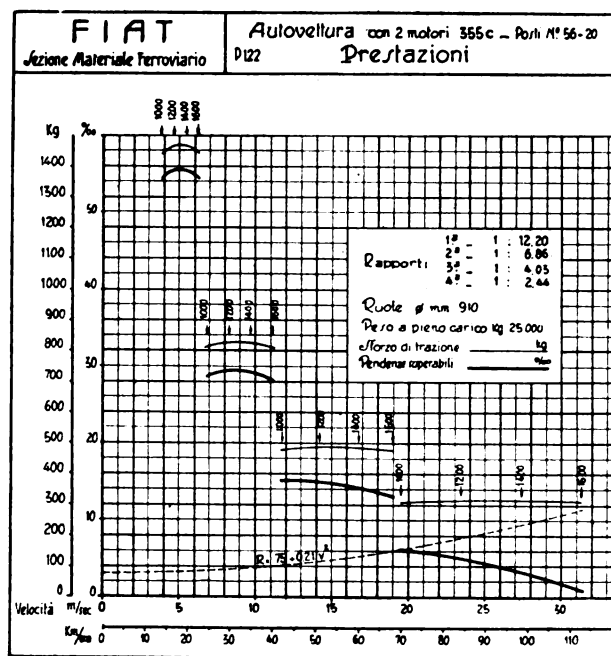



FIG. 13. — Diagramma delle prestazioni secondo la Ditta costruttrice.

In tal modo risultano determinate le velocità di marcia della automotrice possibili sulle varie pendenze, naturalmente con appropriato uso del cambio.

Da detto grafico si può dedurre il diagramma 12 che pone in evidenza ancora più netta la possibilità della automotrice sia in piano, sia in salita fino al 60 ‰ circa, cioè ne definisce le prestazioni.

La fig. 13 rappresenta il diagramma delle prestazioni calcolato dalla ditta costruttrice in via presuntiva: è interessante notare come esso non differisca sensibilmente da quello ottenuto con metodo sperimentale.

f) *Attitudine alle riprese.*

L'ordinata del diagramma 12 relativa ad una velocità *V* qualsiasi rappresenta, secondo i rapporti di scala, l'accelerazione teorica γ_t che l'automotrice con i motori funzionanti a pieno carico sarebbe suscettibile di assumere in piano alla velocità *V*.

---

(13) Per quanto i motori possano regolarmente funzionare a 1700 giri/1', si è assunto come regime angolare massimo normale, cioè per i consueti usi pratici, quello di 1600 giri/1'. I cambi di velocità sono pertanto considerati in corrispondenza di tale valore.

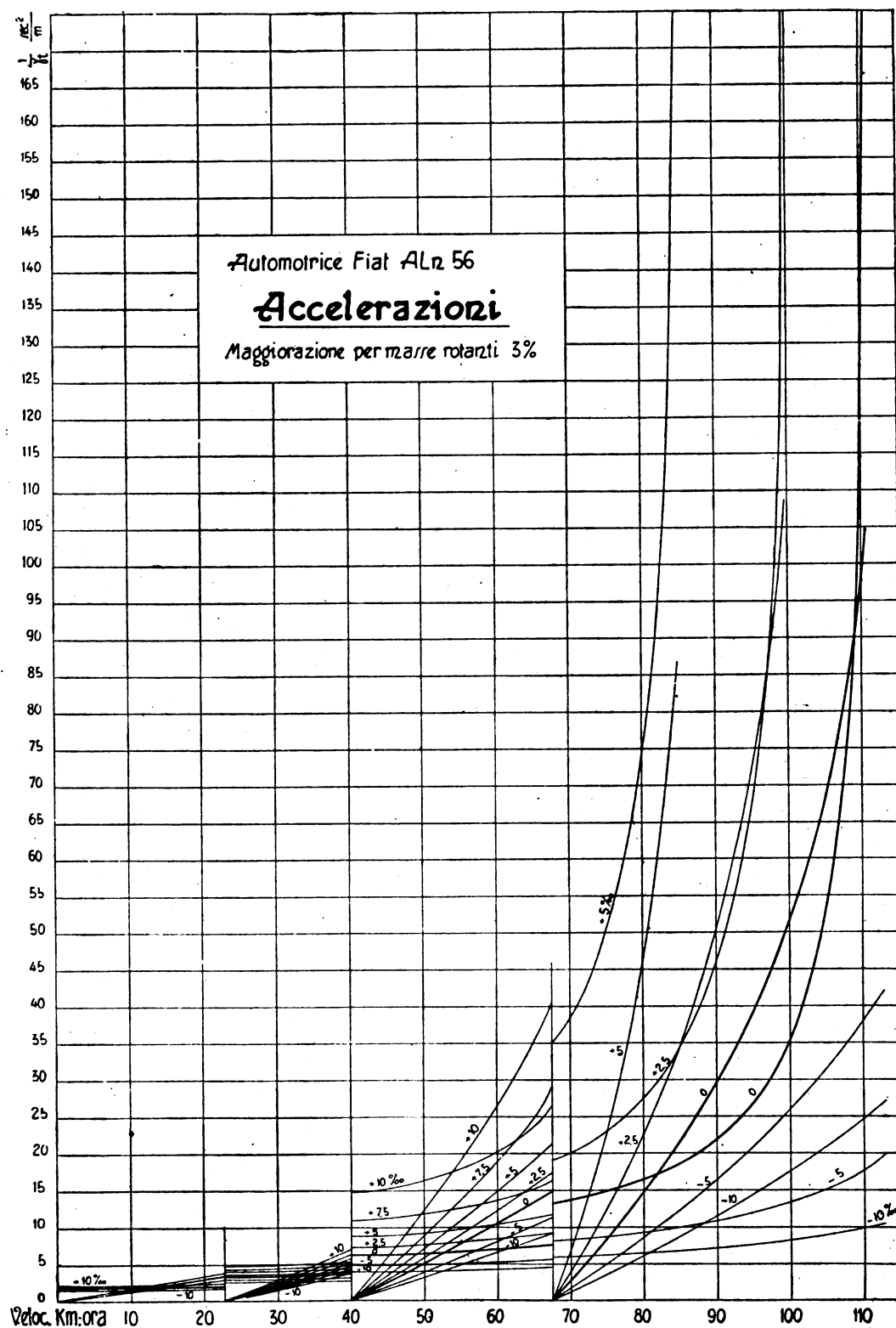



Fig. 14.

Infatti la salita di pendenza massima p che l'automotrice può percorrere alla velocità V corrisponde allo sforzo massimo che i motori possono dare per tale regime

angolare ed assorbe di tale sforzo una quota parte espressa da $P \,.\, p$. Se il veicolo viaggiasse in pianura alla stessa velocità, con i motori sempre sviluppanti la coppia massima, la frazione di peso $P \,.\, p$ non sarebbe più assorbita dalla gravità e si tradurrebbe nella accelerazione teorica γ_t esprimibile, tenuto conto delle masse rotanti, con la relazione:

$$P \,.\, p = M \,.\, g \,.\, p = M\ (1 + \alpha)\, \gamma_t$$

da cui:

$$\gamma_t = \frac{g \cdot p}{1 + \alpha}.$$

In tesi generale, la accelerazione teorica che l'automotrice potrà assumere su una salita di pendenza p_1 — inferiore a p — sarà pertanto:

$$\gamma_t = g\, \frac{p - p_1}{1 + \alpha}.$$

Ciò premesso, il diagramma 14 presenta, per talune pendenze caratteristiche, le curve corrispondenti alla espressione:

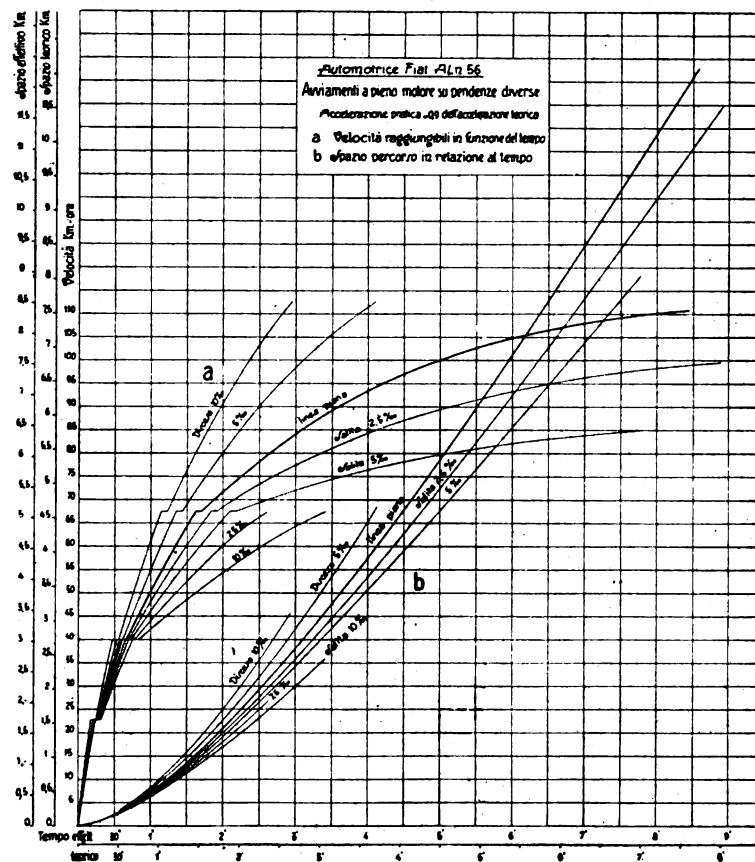
$$\frac{1}{\gamma_t} = f(V)$$

Fig. 15.

dalle quali, mediante integrazione, si deducono le curve di avviamento, che riunite in fascio (a) nel grafico 15, tenendo conto delle trasformazioni di scala e del perditempo connesso ad ogni cambiamento di marcia, determinano il tempo teoricamente necessario a raggiungere, con motori a pieno carico, una velocità V qualsiasi, in piano od in pendenza.

In realtà dette curve presentano sempre ordinate maggiori, secondo un rapporto sensibilmente costante, di quelle corrispondenti delle curve ottenibili mediante diretti rilievi sperimentali.

Ciò per il fatto che un motore in fase di accelerazione non dà per una velocità istantanea qualsiasi la potenza ottenibile al banco per la stessa velocità avente però carattere di regime, cioè interviene un certo ritardo in ragione delle differenti condizioni di rendimento volumetrico, ecc.

È stato convenuto di chiamare attitudine alle riprese, od anche *nervosità* il rapporto tra l'accelerazione reale e quella massima teorica per la stessa velocità, cioè il grado di capacità di un motore a dare in periodo di accelerazione la potenza massima che esso sviluppa in corrispondenti condizioni di equilibrio.

Tale attitudine risulta dunque definita mediante un coefficiente numerico che nel caso della automotrice in esperimento ha assunto il valore medio di 0,90. Pertanto nel grafico della fig. 15 l'asse delle ascisse comprende una doppia scala: quella superiore per indicare i tempi teorici e l'altra per i valori pratici.

Mediante un'altra integrazione si ottengono le curve *b*) che rappresentano lo spazio percorso in funzione del tempo e finalmente, utilizzando i diagrammi *a*) e *b*) si deduce il grafico 16 nel quale le velocità effettive raggiungibili in varie condizioni di avviamento sono espresse in funzione dello spazio necessario (14).

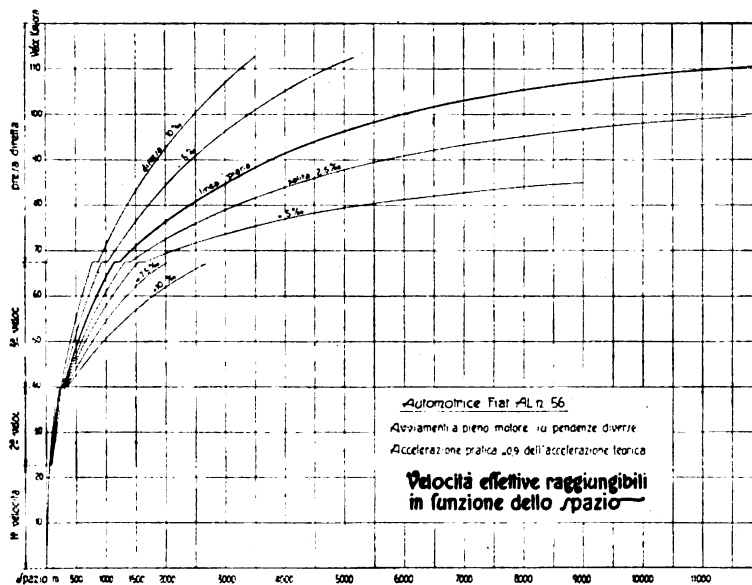



FIG. 16.

I dati così ottenuti, in modo invero alquanto laborioso, rispondono al criterio informatore del metodo; essi consentono infatti di precisare le caratteristiche effettive della automotrice e di definire, appunto in base ad esse, la sua posizione nel quadro delle costruzioni analoghe mettendo in evidenza elementi che, non facili da valutare in servizio corrente, possono tuttavia costituire causa di deficienza.

A titolo di esempio, nel prospetto che segue, sono riportati i valori caratteristici ottenuti in Francia per diversi tipi di automotrice.

Si osserva, per finire, che i vari diagrammi conseguenti alle prove non hanno tutti esclusivo interesse di studio poichè taluni fra essi possono utilmente essere impiegati per concretare su basi pratiche le opportunità di utilizzazione delle automotrici, gli orari relativi ed eventualmente, per il combustibile, gli assegni di consumo.

(14) Ove la cosa interessi, si può determinare con analogo procedimento grafico, il comportamento della automotrice nel caso che essa imbocchi una salita a pieno motore, con velocità superiore a quella di regime per tale pendenza, nonchè altri casi del genere.

TIPO DELL'AUTOMOTRICE E RETE CHE L'HA MESSA IN SERVIZIO	Peso		Resistenza al rotolamento		Rendimento della trasmissione		Coefficiente medio di attitudine alle riprese
	Vuota Tonn.	Carica Tonn.	Totale Kg.	Unitaria Kg/T.	In presa diretta	Nelle marcie inferiori	
De Dietrich (Etat) 2 motori C.L.M. ciascuno di HP. 103,5 a 1500 giri/'	26,5	33,1	70	2,1	0,93	0,90	0,90
Fouga (P.O. - MIDI) 1 motore Maybach da 135 HP. a 1300 giri/1'	17,2	21,27	85	4	0,90 0,84	0,80	0,78
De Dietrich (P.L.M.) 2 motori Saurer ciascuno di 150 HP.	—	43	—	2,2	0,92	0,79	—
Decauville (Nord) 2 motori Saurer ciascuno di 130 HP.	29,4	36,8	—	1,74	0,88	0,89	0,87
Renault V.H.D. (Etat) 2 motori Renault ciascuno da 265 HP.	54,8	65	124	1,9	0,86	0,84	0,87
Renault V.H. (P. O. - MIDI) 1 motore Renault di 265 HP.	28	34	68	2	0,85	0,82	—
Renault A.B.V. (P. L. M.) 2 motori Renault ciascuno di 265 HP.	—	69,5	153	2,2	0,85	0,82	0,91
Comp. Gen. Constructions (Etat) 1 motore M.A.N. di 135 HP. a 1400 giri/1'	16,6	22,4	40	1,8	0,92	0,92	0,89
Charentaise (P.O. - MIDI) - 1 motore C.L.M. di 105 HP. a 1500 giri/1'	12,5	17,5	24,5	1,4	0,80	—	0,80 0,95
Acieries du Nord (Nord) 1 motore M.A.N. di 265 HP. a 1100 giri/1' - trasmissione elettrica A.S.E.A.	39,4	46,8	77	1,7	0,84	—	1
Franco-Belga (Nord) 2 motori Maybach di 410 HP. a 1400 giri/1' - trasmissione elettrica Siemens-Schukert	—	117,5	—	2,6	0,84	—	0,6 1
Micheline 56 posti (P.O. - MIDI) 1 motore a benzina Hispano-Suiza di 221 HP.	8,1	13,15	175 (1) 70 (2)	13,3 (1) 5,3 (2)	0,91	0,82	0,88
Bugatti (Etat) con rimorchio - 4 motori a benzina, Bugatti, ciascuno di 255 HP. a 2600 giri/1'	54,4	66	125	1,9	0,79	—	0,93

(1) con spazzole di corto circuito (2) senza spazzole di corto circuito

L'Officina Tachimetri delle Ferrovie dello Stato nell'organizzazione attuale

Redatto dagli Ingg. A. CUTTICA e R. Taglioni, per incarico del Servizio Materiale e Trazione delle F. S.

Riassunto. — **Vengono illustrati i criteri posti a base di una recente riassegnazione di compiti e conseguente nuova organizzazione del lavoro presso l'Officina Tachimetri annessa al Deposito Locomotive di Bologna delle Ferrovie dello Stato. Si descrivono poi per sommi capi le attrezzature più importanti che permettono la costruzione di parti di ricambio per tachimetri e si illustra il lavoro di revisione e prova degli apparecchi. Seguono elementi e dati riguardanti qualche particolarità della produzione.**

Delle locomotive che prestano servizio sulla Rete delle Ferrovie dello Stato quelle adibite ai treni veloci o che sono utilizzate su linee notevolmente acclivi o per le quali, comunque, l'osservanza dei limiti consentiti di velocità ha particolare importanza, sono fornite di tachimetro meccanico indicatore e registratore della velocità dei tempi e degli spazi. Su alcuni tipi di locomotive elettriche, presentanti due cabine di manovra, viene installato il tachimetro indicatore e registratore in una di queste, mentre la cabina opposta è munita di altro apparecchio elettrico a semplice indicazione. Infine su numerose locomotive elettriche entrate recentemente in esercizio l'apparecchio elettrico indicatore sopraccennato è stato sostituito con altro tachimetro, pure unicamente indicatore ma dello stesso tipo di quello registratore, salvo le opportune semplificazioni.

In totale si tratta oggi di circa 3500 tachimetri del tipo meccanico da revisionare e riparare, dei quali circa 300 semplicemente indicatori. A questi debbono per ora aggiungersi circa 2000 tachimetri elettrici indicatori di vario tipo.

Alla manutenzione corrente degli apparecchi tachimetrici provvedono operai specializzati presso i Depositi che hanno in dotazione le locomotive, mentre alle riparazioni importanti ed alle revisioni periodiche provvede la piccola Officina specializzata aggregata al Deposito locomotive di Bologna la cui organizzazione viene qui descritta. Secondo le norme vigenti, i diversi centri limitano la loro opera principalmente alla pulizia degli apparecchi ed alla manutenzione delle trasmissioni esterne. Solo pochissime, molto semplici operazioni di vera e propria riparazione è ammesso effettuare alla periferia, mentre tutte le volte che avvengano guasti di una certa importanza, cosa del resto assai poco frequente pei tachimetri meccanici, e quando, allo scadere dei periodi di utilizzazione prescritti e che superano i 3 anni i tachimetri debbono essere sottoposti a revisione generale, si provvede alla loro spedizione a Bologna valendosi di cassette apposite con sospensioni elastiche del contenuto, la cui incolumità è quindi garantita. Dal documento che accompagna ciascun apparecchio l'Officina di Bologna apprende lo scopo dell'invio e dagli stessi documenti, che a rispedizione avvenuta pervengono alla Direzione Generale — Servizio Materiale e Trazione —,

l'Ufficio Centrale ricava gli elementi necessari per il controllo sia tecnico che amministrativo delle operazioni di cui il tachimetro è stato oggetto.

In una organizzazione del genere ha naturalmente la massima importanza l'Officina unica di riparazione, poichè la regolarità di funzionamento degli apparecchi viene a dipendere in parte preponderante dall'accuratezza con la quale detta Officina provvede alla revisione ed alla messa a punto di ciascun dispositivo. La buona riuscita delle riparazioni e revisioni, per la quale si conta naturalmente sulla abilità del personale specializzato addetto all'Officina e sulla perfezione dei mezzi tecnici di cui essa dispone, è controllata sistematicamente dagli Uffici Superiori.

* * *

Il problema di ridurre, per quanto possibile, il costo di un esercizio di questo genere, va risolto attraverso una bene intesa razionalizzazione dei sistemi di lavoro che permetta:

a) di ottenere al miglior prezzo pezzi di ricambio delle migliori qualità;

b) di effettuare tutto il complesso di operazioni di smontaggio, revisione e rimontaggio nel modo più celere e più sicuro.

La soluzione del problema delle parti di ricambio è stata a Bologna ottenuta in due tempi, di cui il secondo ha coinciso con la soluzione integrale anche dell'altro problema della rapidità e sicurezza del montaggio.

L'Officina Tachimetri di Bologna fu costruita infatti e funzionò nei primi tempi esclusivamente con lo scopo di effettuare le revisioni degli apparecchi in dotazione alle locomotive. Le parti di ricambio necessarie venivano acquistate quasi tutte ed era la stessa casa estera costruttrice del tachimetro che provvedeva nei primi anni tali parti praticamente nella loro totalità. La costruzione presso Ditte Italiane ne risultava d'altro lato difficile, non soltanto per l'intrinseca difficoltà di fornire particolari tecnicamente rispondenti ed ottenibili solo dopo studi e prove, ma anche perchè l'organizzazione per tale produzione a sbocco limitato ai bisogni delle Ferrovie dello Stato non risultava a priori conveniente per chi non avesse poi neanche la sicurezza di rimanere l'unico fornitore.

L'importo delle parti di ricambio appariva però elevato anche se non si aveva un'idea precisa di quello che sarebbe risultato da una organizzazione propria per la produzione, sicchè viva era la tentazione di tentare questa produzione.

Non trascurabile era però il dubbio di poter riuscire a riprodurre in modo almeno soddisfacente i più delicati fra i 300 e più tipi di pezzi costituenti il dispositivo sistema Hasler, il più numeroso fra quelli in servizio sulle locomotive.

Gradualmente per un certo numero di parti di ricambio si era cominciato poi a provvedere o con costruzione diretta o con acquisti da Ditte italiane, ma si trattava delle parti più semplici e quindi che meno influivano sulle spese globali e in ogni modo il costo della costruzione per parte di Ditte Nazionali era tutt'altro che basso.

Restava poi il problema della revisione dei tachimetri che veniva a presentarsi naturalmente laborioso perchè la completa intercambiabilità delle parti di ricambio non sussisteva, e tanto meno l'intercambiabilità immediata dei vari gruppi costituenti

il tachimetro e funzionanti in maniera interdipendente, sicchè anche l'impostazione nella scatola doveva essere determinata esattamente caso per caso.

Sorse così l'idea di risolvere insieme i vari problemi della riparazione dei tachimetri ponendo in programma la completa unificazione delle parti e dei gruppi per ottenerne la intercambiabilità integrale e studiando la costruzione diretta di tutte le parti costituenti il tachimetro e nella forma unificata. Quando per l'esperienza acquisita dall'impianto sui dispositivi tachimetrici e per il bisogno sempre più sentito di svincolarsi dalla soggezione di acquisti all'estero notevolmente onerosi, si ritenne giunto il momento opportuno, si dette mano all'esecuzione del piano, che ha importato un non breve periodo di studio e lavoro. Detto piano è giunto a completa maturazione e ha dato i completi suoi frutti proprio nel periodo in cui le sanzioni iniquamente applicate contro l'Italia rivelavano la necessità di procedere decisamente e in tutti i settori sulla strada dell'autarchia e ciò con tanto più viva soddisfazione di coloro che gli avevano dedicata la loro attività.

Il primo tempo del piano comprendeva l'allestimento dei disegni di costruzione di tutte le parti del tachimetro, da corredare naturalmente delle quote per l'intercambiabilità. Molto numerosi sono gli accoppiamenti dei gradi preciso e medio fra pezzi del tachimetro e quindi particolarmente laboriosi sono stati gli studi per stabilire le categorie preferibili per tali accoppiamenti, tanto più che si doveva mantenere la possibilità di impiego delle parti di ricambio già in opera e che si doveva temporaneamente continuare ad acquistare per mantenere il parco in efficienza.

Mentre si allestivano i disegni, si dovevano definire i materiali con i quali costruire le varie parti, cosa da farsi con grande cura data la delicatezza di alcune di esse e per la necessità di adottare sistemi di lavorazione possibili coi mezzi dell'Officina o coi pochissimi nuovi che si intendeva procurare. Occorre qui rammentare che, dato che la riorganizzazione dell'Officina si intendeva dovesse raggiungere insieme i massimi vantaggi tecnici ed economici, furono subito posti a base dello studio il mantenimento sostanziale della pianta organica del personale ed una previsione di acquisto di macchine modesta e limitata al necessario. Fu invece stabilito di preparare attrezzature di lavoro con larghezza, tanto più che i primi tentativi di lavorare parti speciali o delicate avevano messo in luce la necessità di adottare tale sistema appunto in vista della migliore soluzione tecnica ed economica.

Provvedere con larghezza alle attrezzature per costruzione di pezzi è senz'altro conveniente quando il numero dei pezzi da costruire è sufficientemente grande e si proceda all'allestimento per serie sufficientemente numerose. L'opportunità di provvedere in questo modo per noi sussisteva, perchè l'invecchiamento di una gran parte dei tachimetri del parco faceva vedere prossima l'occasione di un largo impiego di pezzi nuovi mentre d'altro lato il programma di costruzione di nuove locomotive presentava un altro obiettivo da raggiungere: il montaggio delle parti staccate di nuova costruzione in dispositivi completi da destinare appunto alle nuove locomotive, risparmiando l'acquisto di apparecchi nuovi. Era infatti prossimo il giorno in cui la disponibilità di vecchi apparecchi per demolizione di locomotive a vapore sarebbe stata deficiente rispetto all'accrescimento del parco di locomotive elettriche.

Altra circostanza favorevole risultò essere la immediata necessità di sostituire qualche centinaio di tachimetri di costruzione Seidel (in parte diversa dalla costru-

zione Hasler) o di tipo Hausshälter, questo ultimo deficiente come mezzo di rilievo per locomotive moderne, tutti o quasi in mediocri condizioni di conservazione perchè provenienti in gran parte da locomotive bottino di guerra. All'atto della demolizione, questi tachimetri avrebbero potuto essere quindi sostituiti senz'altro da unità unificate da noi allestite. La fabbricazione in serie piuttosto numerose naturalmente porta di conseguenza un valore notevole per le scorte di magazzino, ma le scorte sono d'altro lato necessarie in ogni modo quando si voglia veramente garantire il regolare funzionamento di un impianto del genere che deve prontamente e puntualmente rispondere alle richieste dell'esercizio.

Fig. 1. — Pianta e macchinario dell'Officina.

1. Mola di pietra arenaria diam. 350. — 2. Testa di tornio con mandrino per pulizia pezzi circolari. — 3. Trapano per fori fino a mm. 2. — 4. Pulitrice a nastro. — 5. Testa di tornio con mandrino per pulizia pezzi circolari. — 6. Smerigliatrice doppia. — 7. Tornio parallelo — 8. Affilatrice doppia. — 9. Trapano a 3 mandrini per fori fino a diam. mm. 6. — 10. Trapano per fori fino a diam. mm. 6. — 11. Trapano per fori fino a diam. mm. 10. — 12. Trapano a colonna per fori fino a diam. mm. 35. — 13-14-15-16. Tornio parallelo. — 17. Gruppo convertitore per piatto magnetico. — 18. Rettificatrice « Roto 2 ». — 19. Tornio a revolver universale « Pittler ». — 20. Tornio automatico per viti «Pittler». — 21. Affilatrice doppia. — 22. Sega alternativa per metalli. — 23. Limatrice. — 24. Fresatrice universale. — 25. Fresatrice per filettare. — 26. Fresatrice verticale. — 27. Motore elettrico HP. 13 - N. giri 800 al 1'. — 27-bis. Trapano radiale. — 28. Fornello a petrolio per usi vari. — 29. Piano di controllo. — 30. Macchina per prove materiali. — 31. Scala per l'accesso al soppalco. — 32. Rastrelliere per metalli in verghe. — 33. Bombole a rubinetto per lubrificanti. — 34. Gruppo convertitore 10 V. - 100 A. — 35. Aspiratore sotterraneo. — 36. Pulitrice doppia.

Gradualmente tutti i pezzi costituenti il tachimetro, definiti come da disegno, costruiti coi materiali più adatti e sostituendo man mano le materie prime di origine straniera, dapprima talvolta impiegate, con altre nazionali che si riconoscevano idonee, furono disponibili e da qualche anno ormai i dispositivi vengono gradualmente unificati e ricevono un numero progressivo preceduto da una *U*, come indicazione della trasformazione avvenuta.

* * *

I mezzi di cui l'Officina di Bologna dispone per la manutenzione dei tachimetri risultano dalla fig. 1 e sono sufficienti per renderla autonoma, sicchè solo per lavora-

zioni preliminari viene talvolta richiesto l'ausilio di altri impianti o della industria privata. Beninteso sono commessi di norma all'industria privata i pezzi grezzi fusi, stampati, trafilati ed alcune molle.

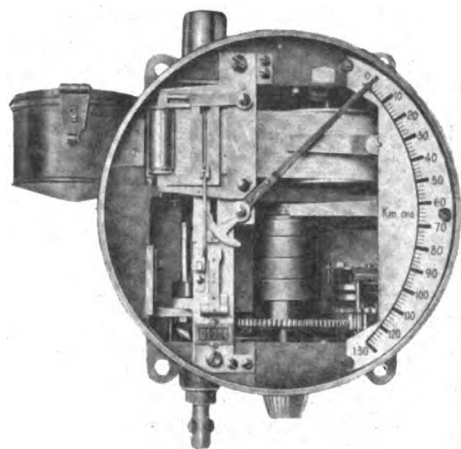



FIG. 2. — Tachimetro unificato senza lastra di chiusura.

Nel seguito di questa relazione si esporranno alcuni particolari riguardanti i procedimenti di lavorazione adottati ma prima di procedere oltre si ritiene opportuno, per maggiore chiarezza del seguito, di descrivere sommariamente il tipo di tachimetro indicatore e registratore, sistema Hasler, adottato nelle nostre locomotive elettriche ed a vapore.

L'apparecchio, che è rappresentato nel suo insieme dalla fig. 2 comprende essenzialmente le seguenti parti:

a) un congegno di orologeria (fig. 3) a ricarica continua automatica a locomotiva in marcia, il quale provvede sia all'avanzamento con moto uniforme della zona, sulla quale vengono registrati gli elementi che verranno in seguito indicati e sia a fornire l'elemento tempo al dispositivo derivatore destinato al rilievo della velocità;

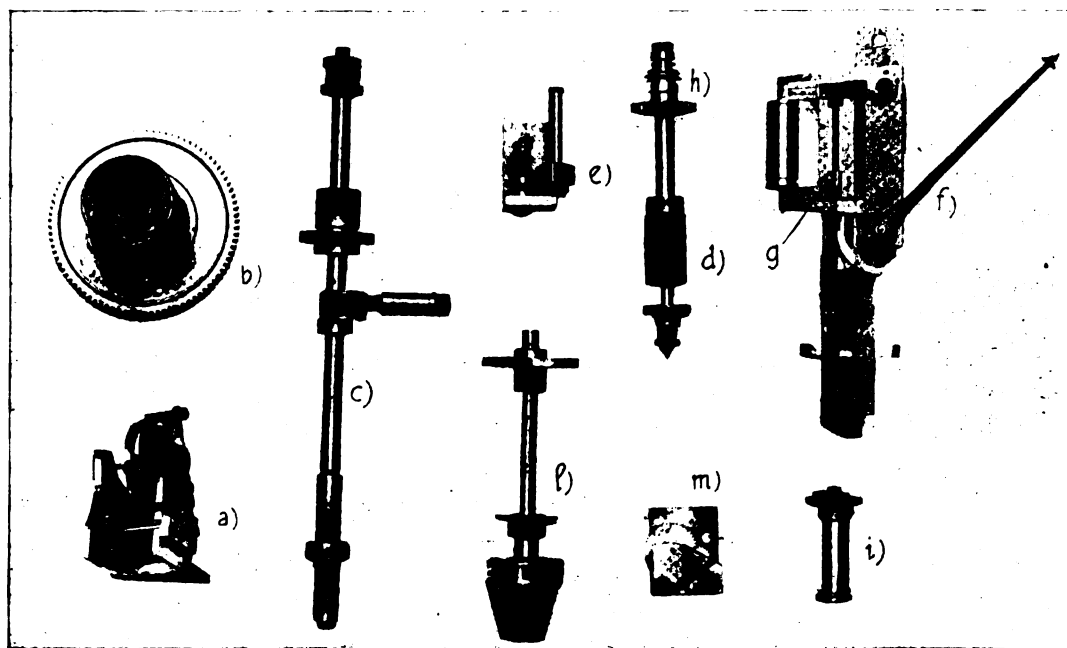



FIG. 3. — Tachimetro unificato - Gruppi più importanti.

b) un gruppo di carica (fig. 3-*b*) di cui fanno parte le molle motrici e la ruota principale la quale comanda gli avanzamenti a tempo, la cui rotazione è regolata dal congegno di orologeria;

c) un gruppo motore (fig. 3-*c*) che riceve il movimento di rotazione dalle ruote della locomotiva e lo trasmette ai vari organi interessati del tachimetro.

L'albero motore fa in tutti i tachimetri lo stesso determinato numero di giri in corrispondenza della velocità di fondo scala dell'apparecchio e riceve all'uopo il comando attraverso opportuni gruppi riduttori di velocità aventi rapporti determinati in relazione al diametro delle ruote motrici e alla velocità in fondo scala del tachimetro, la quale è sempre alquanto superiore, per ovvie ragioni, a quella massima ammessa per la locomotiva;

d) un gruppo derivatore di cui fa parte un manicotto filettato a 18 principi e disposto verticalmente (fig. 3-*d*) al quale viene impressa una velocità di rotazione proporzionale al numero di giri delle ruote della locomotiva e quindi proporzionale alla velocità della locomotiva stessa.

Alla periferia di questo manicotto si appoggia durante un tempo fisso, stabilito in 2″, una piccola massa mobile (fig. 3-*e*) avente una filettatura madre rispetto a quella del manicotto; ne consegue che nei 2″ la massa mobile si sposta verticalmente in alto, trascinata dalla filettatura del manicotto suddetto di uno spazio che risulta proporzionale alla velocità della locomotiva. Poichè la massa mobile riparte sempre dalla stessa posizione in basso, la sua corsa dà la misura della velocità media tenuta dalla locomotiva durante il periodo di 2″ di ciascun rilevamento;

e) un congegno indicatore (fig. 3-*f*), il cui indice viene spostato in conseguenza delle escursioni verso l'alto della massa mobile. Sul quadrante sono segnate in maniera ben visibile le velocità da 0 alla massima;

f) un congegno di registrazione della velocità (fig. 3-*g*) che, in relazione alle elongazioni della massa mobile, provvede a praticare i piccoli fori sulla zona di carta rigata, in ragione di uno ogni 3″; ciascun foro con la sua ordinata rappresenta la velocità media tenuta dalla locomotiva durante i 2″ precedenti l'istante della foratura;

g) un congegno odometrico mediante il quale, a mezzo di una vite senza fine (fig. 3-*h*) che gira a velocità proporzionale a quella dell'albero motore e quindi della locomotiva e mediante una camma azionante la leva di uno stilo provvede a far praticare un forellino sulla zona ad ogni tanti metri percorsi, corrispondenti ad un determinato numero di giri della vite;

h) un dispositivo per l'avanzamento della zona (fig. 3-*i*) in modo uniforme nel tempo e per la foratura della linea delle ascisse con fori equidistanti da servire per la lettura dei tempi.

A questi congegni possiamo aggiungere la ruota (fig. 3-*b*) e l'albero di carica (fig. 3-*l*) e il gruppo ruotismo per il trasporto della carta (fig. 3-*m*).

Come si vede l'apparecchio è discretamente complicato, ma risulta nell'insieme e nei particolari robusto e di sicuro funzionamento senza eccessiva necessità di manutenzione.

Occorre però che i pezzi siano ben lavorati e costruiti con materiali di buona qualità e che oltre a soddisfare alla necessità degli accoppiamenti nei singoli gruppi, essi permettano, una volta montati i gruppi nella scatola di sostegno, gli accoppiamenti fra gruppi, che sono numerosi ed in gran parte assai delicati come posizioni relative dei pezzi a movimenti coniugati.

Per completare il breve cenno fatto circa la costituzione dell'apparecchio, diamo anche una riproduzione di un tratto di zona (fig. 4) con la relativa punteggiatura,

FIG. 4. — Zona tachimetro F. S. unificato.

nonchè una fotografia di alcuni pezzi staccati (fig. 5) costituenti il tachimetro, la quale dà un'idea della varietà dei problemi da risolvere per la loro costruzione.

Ciò premesso, ritorniamo alla nostra trattazione.

Per l'allestimento di alcuni pezzi si è trovato conveniente di studiare l'applicazione di modernissimi sistemi di lavorazione o di trattamento in sostituzione di quelli usati per la costruzione dei pezzi originali.

FIG. 5. — Tachimetro unificato - Alcuni pezzi sciolti.

Si è adottato così dapprima la fusione sotto pressione sia in leghe leggere e sia anche in ottone. In una lega di ottone sono stati fatti fondere sotto pressione da una ditta italiana i bilancieri delle orologerie con risultati veramente soddisfacenti. I pezzi fusi sono da sottoporre soltanto ad una pulitura esterna e poi alla foratura per l'applicazione dell'asse, che è fatta a mezzo di una piccola pressa. Il prodotto, perfettamente paragonabile se non superiore a quello che si acquistava dall'industria straniera, costa molto meno di quello che risultava ottenuto con lavorazione meccanica. Più recentemente si è passati all'allestimento dei bilancieri in ottone stampato con buoni risultati.

La fusione sotto pressione in leghe leggere di alluminio o di zinco risulta per alcuni pezzi veramente convenientissima quando naturalmente si tratti di fabbricare un buon numero di esemplari di un determinato pezzo; essa presenta anche il vantaggio di risparmiare impegno per le macchine utensili delle quali gli esemplari di qualità e quindi costosi non sono naturalmente disponibili presso l'Officina che in misura ridotta.

Un procedimento di trattamento che ha trovato utile impiego è quello della nitrurazione. Vi sono pezzi del tachimetro che, mentre risultano assai costosi per la laboriosità della lavorazione ed i requisiti di precisione richiesti, sono poi abbastanza rapidamente messi fuori servizio per usure anche piccole che non sempre possono essere compensate economicamente con rimboccolature o ingranature. Per alcuni di essi non si presentava inoltre possibile ricorrere ai comuni procedimenti di tempera per le deformazioni che tale procedimento provocherebbe in dipendenza della forma.

Si è pensato, per questi pezzi, di sperimentare il procedimento di nitrurazione, allo scopo di dare alla superficie di contatto una durezza che la metta assolutamente al sicuro da rapida usura.

In relazione al fatto che non sono richieste in genere nel tachimetro caratteristiche di resistenza alla rottura o alla fatica particolarmente notevole è stato prescelto per l'impiego l'acciaio L. K. 5 della Cogne, per il quale l'addolcimento massimo prodotto col rinvenimento dopo tempera corrispondente a 75 Kg/cmq., carico notevolmente elevato come resistenza ma ancora tale da permettere una lavorazione relativamente non difficile. Le operazioni di nitrurazione, per le quali è richiesto, come noto, un impianto di qualche importanza (forno a temperatura quasi assolutamente costante, attrezzature varie) che non conviene acquistare se non lo si può impiegare frequentemente, vengono eseguite da Ditte specializzate, mentre le operazioni di sgrossatura, rettifica, pulitura ecc., sono compiute con i mezzi dell'Officina.

Il procedimento di nitrurazione porta come è noto a piccole variazioni nelle dimensioni dei pezzi, variazioni che sono anche di diversa entità secondo la durata della permanenza nella cassa di nitrurazione in presenza dell'ammoniaca dissociata e della conseguente maggiore o minore penetrazione della nitrurazione. Poichè i pezzi per tachimetro per i quali è stato adottato il procedimento hanno dimensioni che debbono essere comprese entro limiti di tolleranza ristretti, occorreva prevedere perfettamente il valore dei cambiamenti di dimensione non solo per i diametri esterni dei perni, ma anche più per quelli interni dei fori che risentono in modo più complesso dei primi le conseguenze di variazioni sia pure piccole di volume. Per determinare le dimensioni da dare ai pezzi perchè, dopo la nitrurazione e dopo la puli-

tura, limitata di solito all'asportazione di qualche centesimo nello spessore, risultassero esattamente nei limiti prescritti per i corrispondenti accoppiamenti, si è proceduto preliminarmente a prove pratiche, sottoponendo a nitrurazione dei campioni variamente dimensionati e facendoli nitrurare con varie durate di procedimento in modo da ottenere anche varie penetrazioni di nitrurazione.

Si sono così stabiliti per ogni pezzo dimensioni e durata del processo di nitrurazione e si è giunti presto a risultati sicuri. E si può per conto nostro affermare che se il materiale è di buona qualità ed è liberato dallo strato decarburato, se si usa la necessaria diligenza all'atto della nitrurazione, si va incontro a risultati completamente soddisfacenti ed economicamente vantaggiosi per i pezzi soggetti in modo sensibile ad usura tanto più quanto maggiore è il costo della lavorazione del pezzo in relazione al costo del materiale.

Dalla nitrurazione conviene proteggere a mezzo stagnatura le parti finemente filettate che si sgretolerebbero nei filetti come pure occorre, per evitare scheggiature, arrotondare leggermente gli spigoli. Per i pezzi per i quali gli spigoli vivi fossero necessari si è esperimentato che si può anche conservarli, riducendo la durata del processo di nitrurazione a meno di venti ore. Tale durata del resto garantisce già una penetrazione che per molti casi pratici è sufficiente. Si è trovato molto conveniente poi l'utilizzazione, per le costruzioni di alcuni pezzi o parti aventi dimensioni da rispettarsi con tolleranze molto piccole e forme particolarmente difficili da ottenere con lavorazione alla fresa, di barre di trafilati lucidi appositi che una Ditta italiana prepara per profili qualsiasi su richiesta costruendoli col materiale desiderato e per le quali vengono garantite e mantenute se necessario tolleranze dell'ordine di m/m. 0,025.

Ricavare da barre di profilati comuni pezzi che entrino in quel limite di tolleranza a mezzo frese è naturalmente costoso e se appena il quantitativo di pezzi da costruire non è limitatissimo si possono conseguire economie anche notevolissime con l'utilizzazione dei trafilati lucidi speciali, malgrado che il prezzo per chilogrammo di materiale risulti elevato se si debbono ripartire su quantitativi relativamente modesti le spese di attrezzamento.

Le macchine utensili di cui l'Officina dispone sono naturalmente in numero limitato, come abbiamo visto più sopra, ma moderne e adatte alle lavorazioni da effettuare. In particolare ricordiamo una piccola fresatrice adatta, fra l'altro, per fresare ingranaggi con divisione diretta; questa macchina (fig. 6) ha permesso di risolvere la questione della costruzione di manicotti filettati facenti parte del congegno rilevatore della velocità del tachimetro.

Questi manicotti (fig. 3-*d*) presentano una filettatura a 18 principi a denti di sega (altezza lato 0,66 m/m., passo 1,2 m/m.), assai fine, dalla quale viene trascinata durante 2″ per ogni rilevamento la massa mobile (fig. 3-*e*) che funge da madre-vite e che, guidata verticalmente, subisce uno spostamento verso l'alto proporzionale alla velocità di rotazione del manicotto. Occorre che il materiale costituente il manicotto sia tale da presentare un filetto di notevole durezza per resistere all'usura e che i filetti stessi risultino intagliati con profilo perfetto per evitare intralci nella corsa della massa mobile, che viene premuta contro la vite con una pressione che non conviene ovviamente esagerare.

I manicotti erano prima forniti dall'industria estera; poi si ebbero dall'industria nazionale ma a prezzo notevolmente elevato sebbene più basso di quello estero.

Dopo una interessante serie di prove preliminari se ne effettua da tempo correntemente la costruzione presso l'Officina Tachimetri a mezzo del tornio a revolver e della piccola fresatrice Köpfer rappresentata nella fig. 6, ed impiegando acciaio da utensili di marca.

Fig. 6. — Macchina speciale per filettare (lavorazione della vite a 18 principi).

Al tornio a revolver si fanno tutte le operazioni per ricavare dalla barra il manicotto con i suoi collari e la sua foratura; dovendo il foro assiale risultare perfettamente centrato, la superfie esterna da filettare viene rettificata dopo la foratura prendendo il pezzo su spina. Speciali precauzioni sono necessarie per la tempera allo scopo di non danneggiare i filetti la cui superficie di lavoro deve rimanere ben liscia. Per il trattamento di tempera viene usato il riscaldamento in sali cianurati al 10 % onde evitare la decarburazione del filetto, e il raffreddamento successivo in olio speciale da tempera.

La stessa fresatrice, del tipo semiautomatico, è utilizzata anche per intagliare ruote dentate varie, ruote elicoidali, ecc., sempre ottenendo prodotti ottimi e convenientissimi risultati economici.

Descriviamo a questo punto alcune lavorazioni interessanti e caratteristiche.

La lavorazione della scatola del tachimetro (ved. fig. 7-*a*) merita pertanto di essere descritta.

La scatola che deve essere ottimamente fusa in ghisa, viene sottoposta ad una serie di operazioni, qui sotto descritte, per praticare su di essa, con l'ausilio di una maschera speciale (fig. 7-*c*) e di uno squadro-supporto (fig. 8-*b*), una notevole quantità di fori interni ed esterni necessari al montaggio di tutti i meccanismi del tachimetro.

Per tutte le operazioni di fresatura, accecatura, alesatura e filettatura, viene usata una utensileria a cambio rapido che appare ben visibile nella fig. 7-*b*.

Data la necessità di ottenere una alesatura dei fori a lucido con tolleranze minime, si è dovuto ricorrere, per risolvere il problema perfettamente, all'impiego di alesatori a tagli non simmetricamente disposti sulla periferia (fig. 7-*e*) ed all'impiego di teste di presa dell'utensile che non tengono fissati rigidamente gli utensili stessi, in modo da lasciare loro una certa libertà di orientamento (fig. 7-*f*).

Dopo l'esecuzione della tornitura in tondo ed in piano della facciata anteriore della scatola onde avere una base di riferimento e la fresatura in piano dei quattro

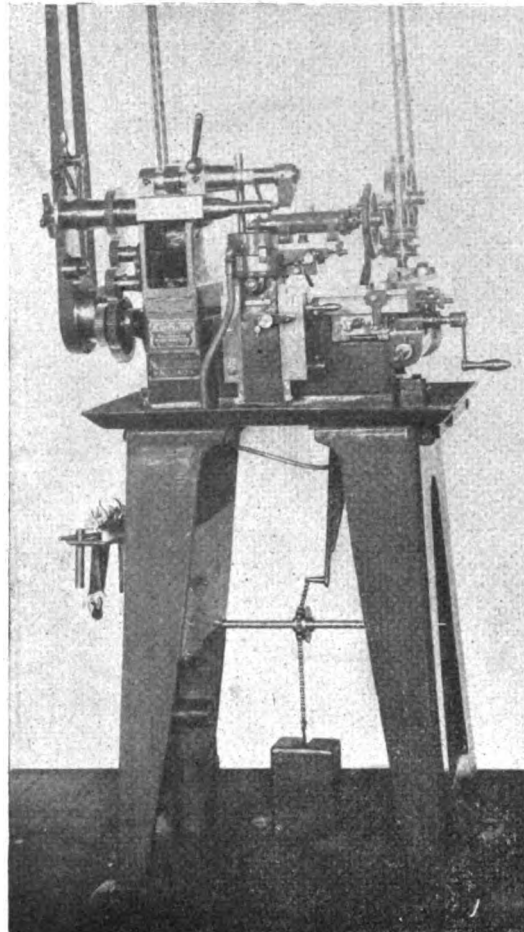
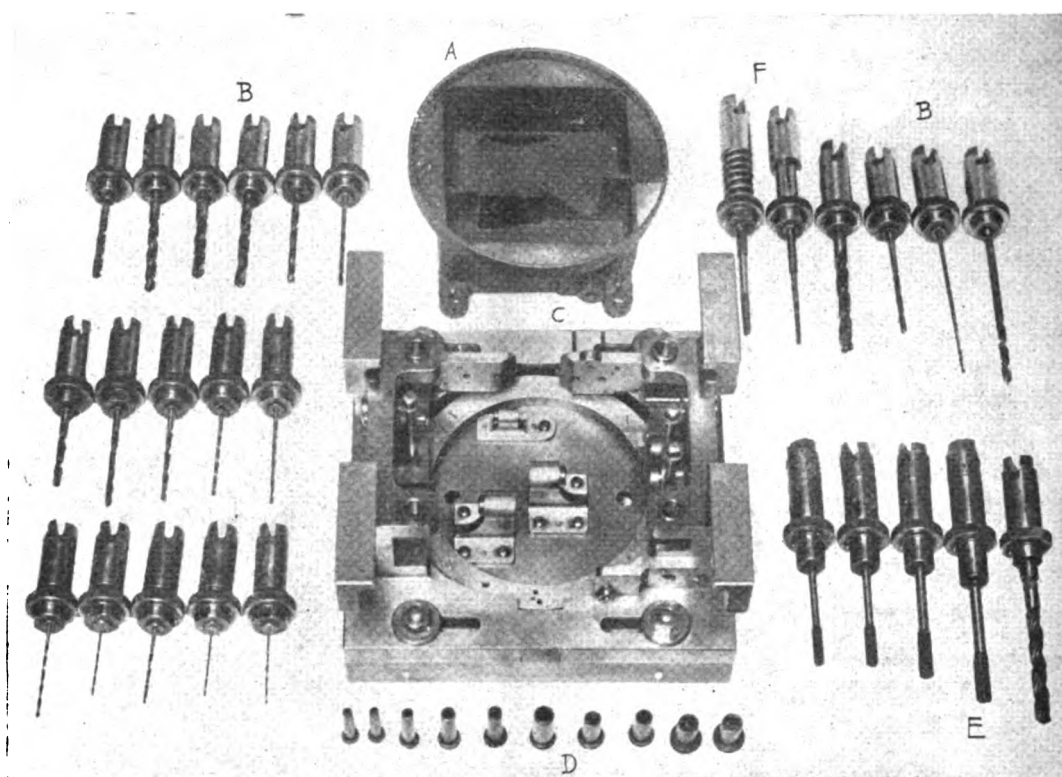



Fig. 7. — Maschera ed attrezzi con innesto rapido per lavorazione cassa del tachimetro.

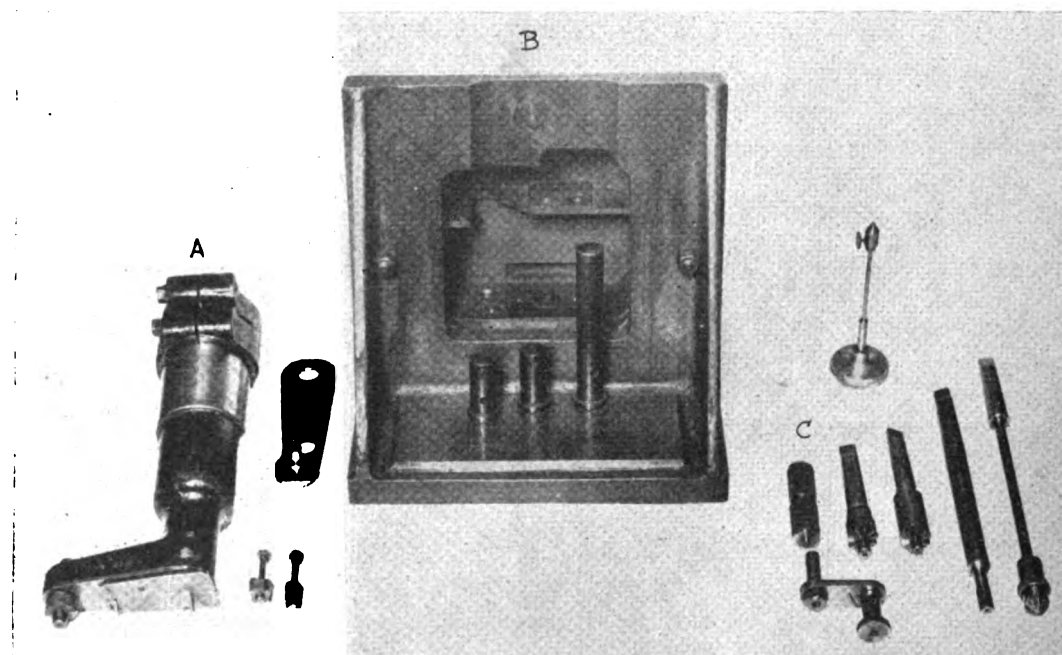



Fig. 8. — Dispositivo per forare in sbalzo e maschera per lavorazione scatola di tachimetro.

occhi di attacco, si eseguiscono su un trapano radiale di precisione (fig. 9) le numerose forature e alesature (tutte di grado di precisione medio) e le principali maschiature impiegando la citata maschera fornita di boccolette di acciaio temperato.

In successiva lavorazione, sempre usando il trapano radiale, vengono praticate le varie intestazioni dei fori interni ed esterni. Per le intestazioni interne viene impiegato un dispositivo per lavorare in sbalzo (fig. 8 p.to A), mentre per quelle esterne si usano frese accecatrici comuni con gambo di guida. Tutte le precedenti lavorazioni sono regolate da appositi scontri temperati (i quali sono visibili al punto C della fig. 8.

Pure interessante è la lavorazione di una speciale guida per lo stilo, rappresentata nella fig. 10, la quale presenta due arricciature ed una ingobbatura con piegatura a 90° di un becco sul quale viene fissato un dentello sagomato. La perfetta uguaglianza dei pezzi con tolleranze lievi potè essere ottenuta adoperando lamiera calibrata ed effettuando le singole lavorazioni a mezzo di punzoni, di stampi e di maschere.

FIG. 9. — Trapano radiale Kolb disposto per la lavorazione della scatola di tachimetro.

Nella fig. 7 sono rappresentati tutti gli attrezzi allestiti per le necessarie lavorazioni insieme ai pezzi successivamente ottenuti nei vari stadi della lavorazione. Notevole è il modo semplice con cui è stata ottenuta l'arricciatura dei braccetti della guida: si procede in due tempi, dando cioè dapprima un invito alla piegatura (figura 7-*b*) e completando poi l'arricciatura (fig. 7-*c*) cui il materiale si presta perfettamente purchè sia di qualità adatta.

Analogo sistema di lavorazione viene usato per l'allestimento della piccola leva a squadra del tachimetro (fig. 11-*g*), la quale ha la funzione importante di bloccare ad ogni ciclo di 3″ la lancetta del tachimetro permettendo la perforazione corrispondente della zona.

Data la particolare conformazione della leva, costruita in acciaio ad alta resistenza, e la precisione necessaria, si è dovuto anche in questo caso ricorrere alla costruzione di una adeguata attrezzatura.

FIG. 10. — Maschere e stampi vari per lavorazione guide delle zone.

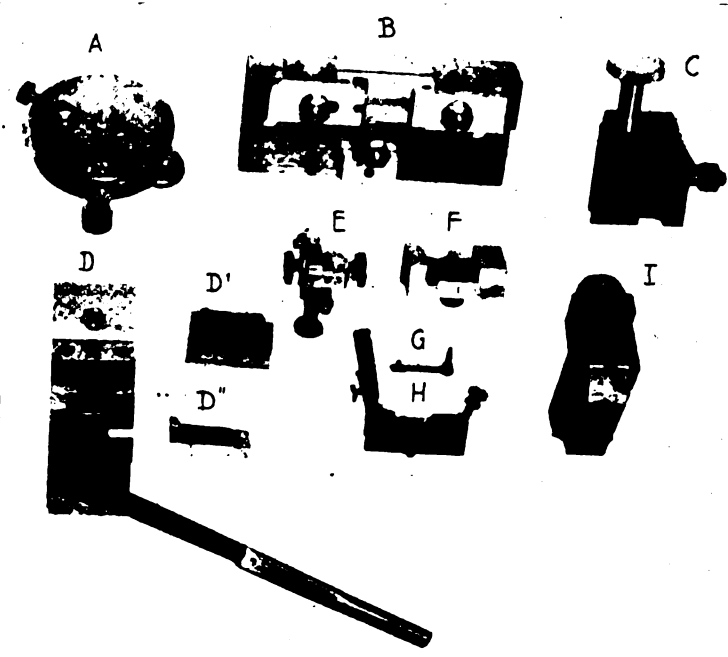



FIG. 11. — Macchina per lavorazione leve a squadra.

Al pezzo grezzo di stampaggio vengono subito praticati due piccoli fori, che serviranno di riferimento per il fissaggio della leva nelle varie maschere adoperate; successivamente la leva viene posta nelle maschere *D, B, C, I* (fig. 11) per le necessarie operazioni di fresatura, mentre per la tornitura conica e cilindrica del gambo essa viene fissata sopra uno speciale mandrino *A* (figura 11). Infine per tutte le forature occorrenti la leva viene posta nella maschera generale di foratura *H* (fig. 11).

L'attrezzatura necessaria per le lavorazioni sopra accennate, come tutta l'altra speciale occorrente per le varie lavorazioni delle parti del tachimetro è stata ideata dai nostri tecnici e costruita completamente nell'Officina stessa.

È notevole il risultato di produrre con utensili ad alto rendimento ed al tornio Pittler pezzi per i quali ha dovuto essere fissato il grado preciso per le tolleranze di

lavorazione di alcune sedi. Le tolleranze vengono frequentemente controllate ai calibri « passa e non passa » sulle macchine e poi sulla produzione.

Il tornio a revolver Pittler è stato dotato di una attrezzatura di precisione per la lavorazione a pinza sfruttando così i notevoli vantaggi di questo tipo di fissaggio. Le pinze, di cui nella fig. 12 sono rappresentate in fotografia alcuni esemplari costruiti dalla stessa Officina con acciai indeformabili, permettono, come è noto, una esatta e rapidissima centratura dei pezzi in lavoro.

Alcune di esse sono state preparate per la costruzione di pezzi che debbono essere ricavati con torniture eccentriche. Si osservino per esempio le pinze n. 3 e 4 e

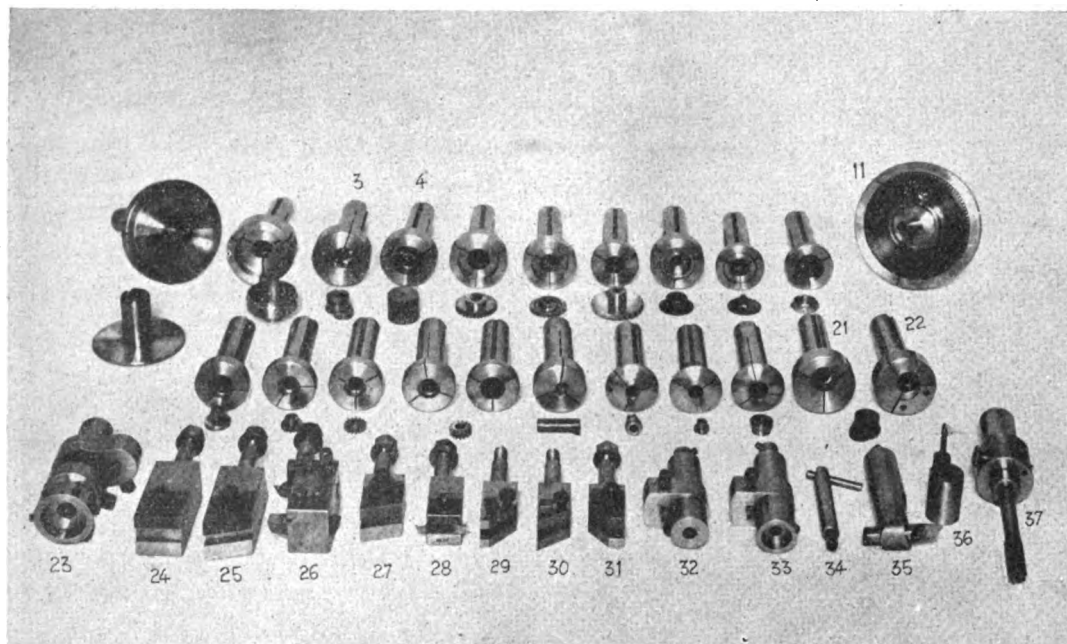



Fig. 12. — Attrezzatura di un tornio semiautomatico.

rispettivamente 21 e 22 (fig. 12) destinate alla costruzione di eccentrici in bronzo fosforoso profilato. Un eccentrico finito lo si vede nella figura sotto la pinza n. 3 e l'altro sotto la 22; di essi il perno maggiore (θ m/m. 23) è da lavorare con sistema foro base e accoppiamento $p\,L\,S$ e quindi con tolleranze di $\frac{-0{,}008}{-0{,}022}$ mentre per il foro centrale si è adottato una tolleranza $M\,F$ e cioè $\frac{0}{+0{,}035}$.

Altra pinza interessante è quella n. 11 della stessa figura per la lavorazione della grande ruota motrice (fig. 5-313) avente diametro di m/m. 110 e la cui centratura deve risultare perfetta poichè dalla assoluta uniformità del movimento dipende il ritmico comando dei pezzi cui è affidato il rilievo della velocità della locomotiva (che si compie, come avanti accennato, durante 2").

Altre pinze servono per le lavorazioni di finitura, per le gole, i perni, i fori delle varie ruote dentate dell'apparecchio, a completamento del lavoro di fresatura dei denti che viene di norma ottenuto con la fresa dalla barra.

Fanno parte dell'attrezzatura del tornio revolver (fig. 12) porta filiere a scatto (23 e 33) e porta maschi a scatto (32), sempre destinati a lavorazioni di precisione;

manicotti a cambio rapido (37) e porta utensili di tipi vari (24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 34, 35 36) appositamente studiati per le differenti lavorazioni.

L'attrezzatura del tornio revolver è normalizzata in quanto occorre anche nei torni comuni dell'Officina in aggiunta a quelle di dotazione di queste macchine, che sono tutte disposte per ricevere le buste a pinza e quindi le pinze nella serie di dimensioni che può occorrere.

Come sistema del fissaggio delle pinze, l'esperienza ha fatto ritenere come preferibile quello a volantino, ben conosciuto e rappresentato dalla fig. 12 ed esso è stato adottato senz'altro per tutte le macchine

Nella fig. 13 è rappresentato uno dei torni dell'Officina avente in opera la busta con pinza autocentrante ed un mandrino a cambio rapido per l'esecuzione di tornitura esterna, foratura ed alesatura di un pezzo.

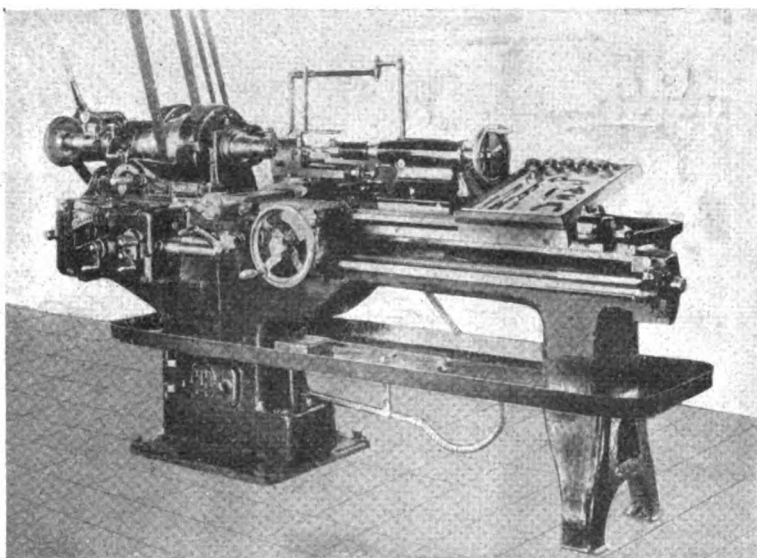



FIG. 15. — Tornio disposto per foratura, tornitura interna ed alesatura mediante mandrini per punte ed alesatori a cambio rapido con pezzo su pinza autocentrante.

Anche l'impiego delle spine normalizzate per il sostegno dei pezzi da tornire è stato adottato per molte lavorazioni con successo per la rapidità con la quale i pezzi vengono presi dalla macchina che li deve lavorare e l'assoluta esattezza di centratura che permette di ottenere.

Per l'alesatura dei fori per accoppiamenti a tolleranze limitate, dei quali vi è una larga rappresentanza nell'apparecchio tachimetrico, è stato adottato l'alesatore espandibile, dato che per tolleranze limitate e con metalli di una certa durezza, l'alesatore fisso va presto fuori tolleranza e deve essere sostituito. Condizione, però, necessaria per il loro buon funzionamento è che gli alesatori espandibili siano ben costruiti e ben affilati.

Naturalmente tutte le lavorazioni per l'allestimento dei pezzi di ricambio si svolgono nell'Officina Tachimetri di Bologna in serie, cosa che permette di raggiungere tempi medi di lavorazione assai bassi. Di norma poi le lavorazioni successive di un pezzo vincolate a quote e spostamenti angolari, ecc. determinati, vengono effettuate previo fissaggio rapido e preciso dei pezzi nelle varie posizioni a mezzo di sostegni e morse speciali con riferimenti e scontri tali da presentare la maggiore sicurezza di postazione dei pezzi.

Questa pratica è seguita su larga scala e con risultati molto soddisfacenti: nella fig. 14 sono rappresentati alcuni esempi di attrezzi del genere.

La guida 1 riprodotta nella suddetta figura costituisce un comodo e semplice mezzo per eseguire a mezzo lima uno smusso ai denti di un rocchetto. Lo squadro 2

permette di maschiare ed alesare pezzi fissati con maschere a riferimenti, a mezzo di utensili portati da pinze autocentranti e comandati a mano, ma perfettamente guidati. Analogo procedimento viene adottato con l'apparecchio 3 munito di frizione, per la maschiatura a mano quando debbono utilizzarsi maschi ed alesatori di piccole dimensioni.

Le maschere 4 e 5 permettono rispettivamente di eseguire la foratura di parti montate sull'alberello, rappresentato sotto, in posizioni angolari determinate rispetto alla posizione di altre parti montate su di esso, e di eseguire all'albero motore un'asola per la chiavetta di fissaggio al comando, impiegando esclusivamente il trapano, in tre

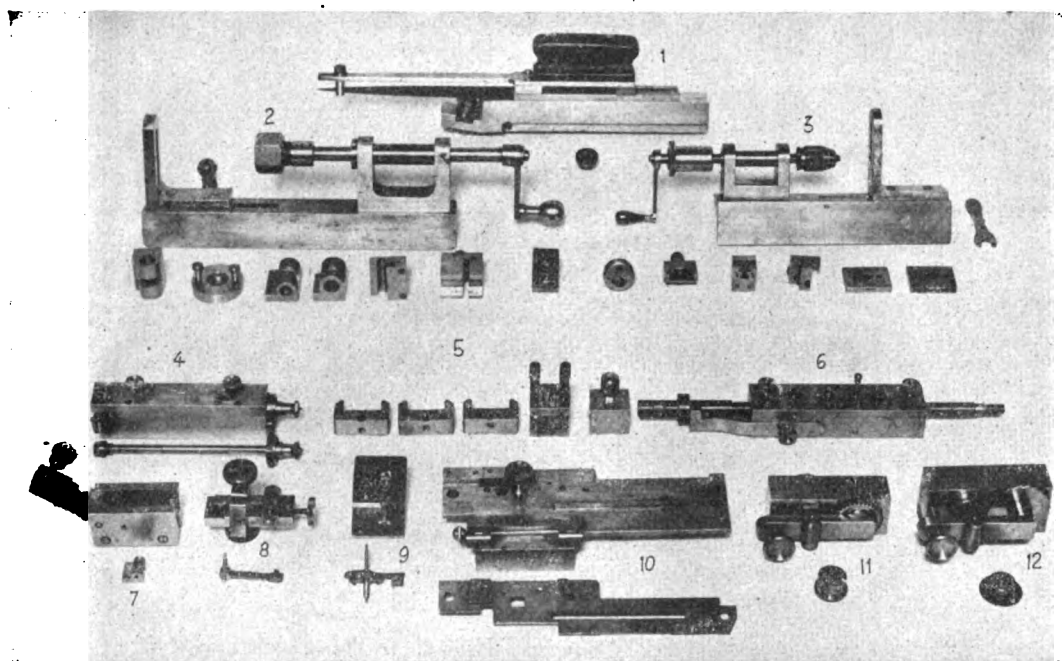



FIG. 14. — Maschere e calibri per lavorazioni varie.

tempi. Anche le maschere e calibri 6, 7, 8, 9, 11 e 12 sono attrezzi destinati ad agevolare e rendere sicure le operazioni su pezzi di delicata costruzione.

Per l'allestimento della piastra di sostegno per la lancetta rappresentata in fig. 5 pezzo 1 che presenta numerosissime lavorazioni con tolleranze minime, si usano appunto analoghe maschere-calibro quali la 10 (fig. 14) e le altre rappresentate nella figura 15; in quest'ultima figura si può anche vedere detta piastra fissata in un apparecchio a serraggio rapido con maschera di presa e riferimento (2) per l'esecuzione di un intaglio a mezzo di frese.

Così in genere tutti i lavori di intagli di pezzi in determinate posizioni e per determinate profondità di foratura in posizioni legate da riferimenti determinati ecc. vengono eseguiti in serie con scontri temperati, o rispettivamente con maschere recanti boccolette temperate con invito per le punte a forare.

Per la particolarità che presenta può infine essere ricordata una piccola maschera (*A*), rappresentata alla fig. 16, che costituisce una vera e propria testa a dividere e che è usata con molto vantaggio per la foratura del rullo (*c*) di trasporto della zona (vedi

anche fig. 3-*i*) sul quale occorre fissare due serie di 31 piccole punte di acciaio, perfettamente equidistanti e di uguale sporgenza.

Un mandrino doppio di precisione (costruito pure dall'Officina) serve poi a praticare simultaneamente sul rullo due piccoli fori alla volta in profondità rigorosamente costante entro i quali verranno montate a forza le puntine di acciaio.

I vari sistemi illustrati si ritengono sufficienti per l'illustrazione del lavoro di fabbricazione pezzi di ricambio.

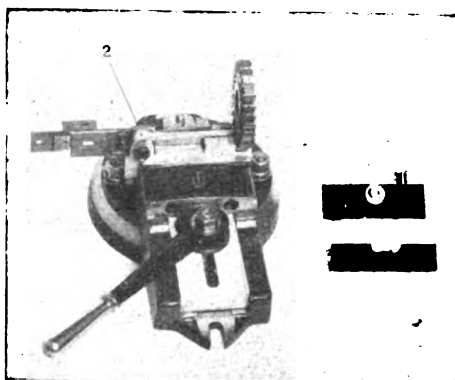



Fig. 15. — Dimostrazione di fresatura con apparecchio di fissaggio a comando rapido.

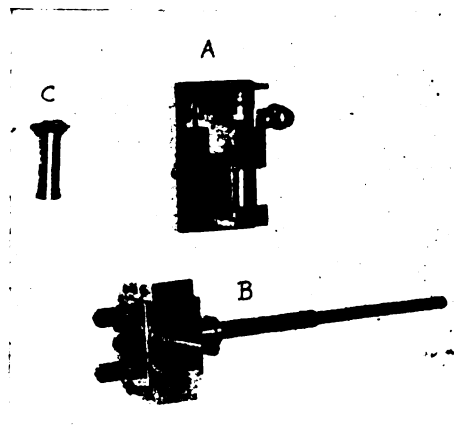



Fig. 16. — Maschera per foratura rullo di trasporto.

* * *

Montaggio del tachimetro. — I vari gruppi facenti parte del tachimetro possono essere composti immediatamente, impiegando i pezzi lavorati in serie ed intercambiabili senza ulteriori ritocchi e vengono tenuti a magazzino per essere forniti, ad assortimenti completi, agli operai incaricati del montaggio. Di questa operazione però, e delle prove che le accompagnano e seguono, faremo cenno in occasione della descrizione dei lavori di revisione generale dei tachimetri inviati all'Officina dopo il prescritto periodo di servizio sulle locomotive. Quando infatti ciascun gruppo del tachimetro in revisione sarà stato riparato e rimesso a punto, l'operaio addetto alla revisione si trova di fronte allo stesso problema dell'altro addetto al montaggio dei tachimetri nuovi e che riceve gruppi di nuova costruzione per farne degli apparecchi completi.

* * *

Revisione generale. — Questa revisione periodica, per la quale nacque appunto in un primo tempo l'Officina Tachimetri, rappresenta ora soltanto una parte dell'attività di essa.

L'intervallo per la revisione è fissato in tre anni di servizio continuo, ma viene talvolta prolungato dopo esame del funzionamento da parte del Servizio Materiale e Trazione ed il miglioramento continuo costruttivo e l'estensione dell'impiego su locomotori elettrici, sui quali le condizioni di funzionamento sono migliori, fanno sperare di potere estendere una proroga di almeno sei mesi e forse di un anno a tutto il parco.

È da notarsi che, data l'intensa utilizzazione delle locomotive in genere e di quelle elettriche in particolare, che raggiungono talora percorrenze in turno di 20.000 km. e più mensili, l'intervallo di 36 mesi fra due successive revisioni non potrebbe attuarsi qualora i tachimetri non possedessero requisiti di resistenza e di regolarità di funziona-

mento veramente superiori. L'invio dei tachimetri alla revisione a Bologna dà luogo alla emissione di uno speciale modulo, sul quale sono segnati i lavori più importanti eseguiti in sede di revisione e che viene poi restituito all'impianto emittente e prosegue per la Sede Centrale per i necessari controlli tecnici ed amministrativi.

All'arrivo degli apparecchi destinati alla revisione, ogni tachimetro viene affidato ad un operaio della squadra addetta alla revisione, il quale smonta l'apparecchio scomponendolo totalmente in tutte le sue parti, ad eccezione del meccanismo ad orologeria, che viene inviato al Reparto specializzato che ne curerà la revisione ed il controllo di funzionamento.

Tutti i pezzi così smontati e tenuti raccolti in apposite cassette vengono puliti con petrolio e poi accuratamente asciugati; per ora tali operazioni sono fatte a mano in vaschette, ma è in corso di allestimento un impianto automatico a getto. I pezzi che hanno subìto la pulizia ritornano all'operaio addetto alla revisione, il quale in unione al dirigente dell'Officina ne effettua il controllo per stabilire quali sono i pezzi che debbono essere sostituiti o riparati. Alle rimanenti parti smontate non verrà effettuata alcuna riparazione salvo per talune un trattamento superficiale (sabbiatura con successiva nichelatura o cadmiatura o verniciatura).

Tale sistema di revisione e riparazione dei tachimetri potrebbe essere sostituito da una vera e propria lavorazione in serie, organizzando il lavoro nel modo seguente: smontaggio dei tachimetri nei loro principali gruppi meccanici, riparazione in serie a mezzo di operai specializzati e versamento di pezzi come nuovi a magazzino.

Per ricomporre i tachimetri basterebbe in tal caso prelevare dal suddetto magazzino gruppi completi revisionati o nuovi, provvedendo al loro montaggio nelle rispettive scatole; in tal modo però si verrebbe a distruggere il tachimetro come effettiva entità costante e non se ne potrebbe seguire il comportamento in servizio di singole parti nel modo col quale si opera attualmente, e che permette di controllarne la durata.

Le principali operazioni che vengono eseguite ai pezzi smontati del tachimetro da revisionare possono raggrupparsi nelle seguenti: registrazioni e rettifiche, sostituzione di spine e chiavette, sostituzione di pezzi molto consumati e di molle snervate. In particolare le operazioni di rettifica vengono effettuate di solito all'eccentrico di carica automatica e al relativo cilindretto di carica, al dente della leva liberatrice, nonchè ai tre nottolini della leva a squadra, al dente della guida dello stilo, alle punte del rullo di trasporto ecc., mentre le operazioni di registrazione si fanno di frequente al dispositivo di carica automatica, alla frizione della carica a mano, alla leva liberatrice, ecc. Infine possiamo citare alcuni pezzi che più comunemente vengono sostituiti nelle revisioni: essi sono la chiavetta dell'albero motore, il cilindretto di carica automatica e la leva liberatrice con le relative molle, il disco liberatore, i naselli della leva a squadra con le molle annesse, dentiera e relativo settore della lancetta, viterie varie e molle diverse, ecc.

La sostituzione avviene di norma con parti della serie normale intercambiabile ed in qualche caso con parti costruite con gradini di dimensioni sulle basi di accoppiamento.

Di poca entità è poi la lavorazione che viene effettuata alle scatole dei tachimetri; esse vengono sverniciate in bagno chimico e riverniciate a nuovo, quindi subiscono da personale di manovalanza la preparazione per il montaggio dei gruppi componenti l'ap-

parecchio, consistente nell'asportare con cura la vernice dalle parti contro cui debbono combaciare dei pezzi e dai fori filettati o non filettati.

Parallelamente alle citate lavorazioni che vengono effettuate ai gruppi meccanici, alla scatola ed ai relativi accessori del tachimetro, si svolge il lavoro di riparazione delle orologerie che, come è stato detto in principio, vengono smontate dal tachimetro all'atto della revisione e passate al Reparto specializzato nella loro lavorazione. Come è intuitivo, l'orologeria rappresenta un organo delicato ed importante che costituisce in certo qual modo il cuore del tachimetro.

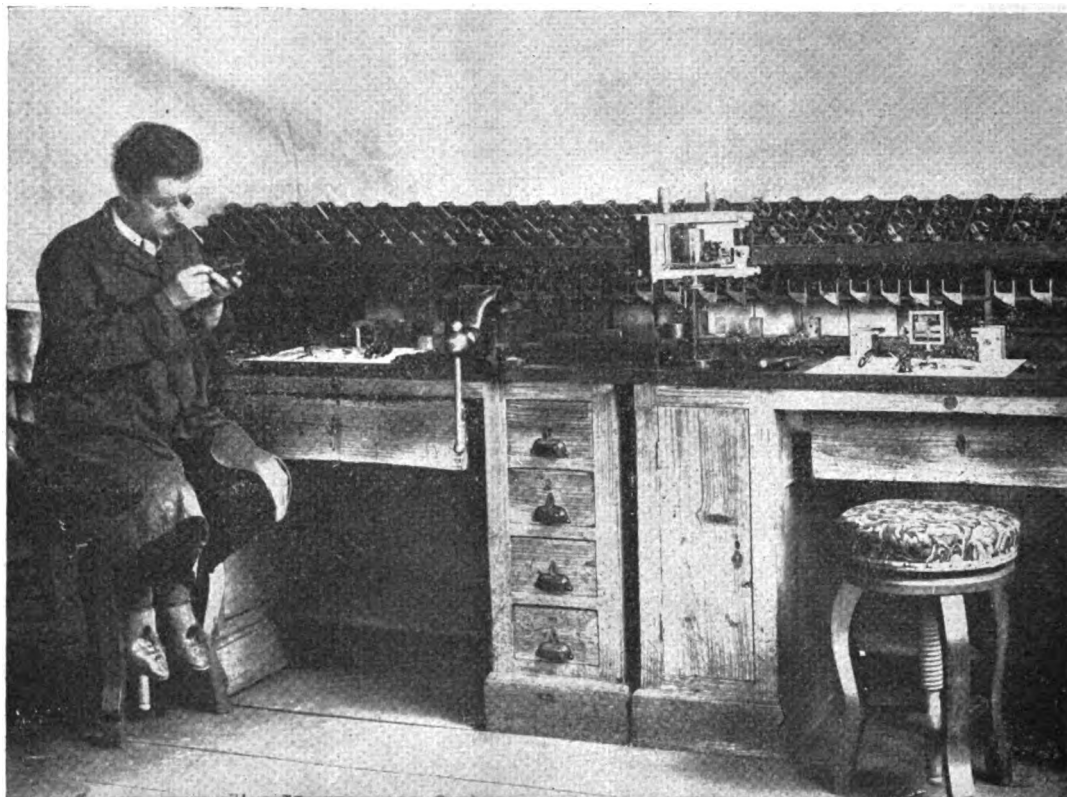



FIG. 17. — Lavorazione in serie delle orologerie.

Data la possibilità di poter riparare, provare e tarare questo organo separatamente dagli altri organi meccanici costituenti l'intero tachimetro, si è creduto conveniente di procedere alla revisione e riparazione delle orologerie organizzando la riparazione in serie (in realtà trattasi di lavoro in piccola serie di circa una diecina di orologerie alla volta) affidandola ad operai pratici e ben specializzati nel mestiere.

Ogni operaio addetto a tale genere di riparazione ha un apposito banco di lavoro (v. fig. 17) provvisto di una particolare maschera di presa nella quale viene fissata l'orologeria in riparazione per lo smontaggio e le successive prove di funzionamento.

Le orologerie vengono prima di tutto scomposte, pulite e verificate e quindi, dopo la ricomposizione, provate al banco. Tra le riparazioni più comuni sono la sostituzione della ruota d'ancora con rettifica della leva d'ancora e dell'ancora; la verifica e ricentratura del bilanciere; la rettifica dei vari assi e relativa rettifica o rimboccolatura dei fori corrispondenti sul castello dell'orologeria.

Dopo verniciatura delle parti di ottone con vernice giallo-oro e lucidatura delle parti di acciaio, si ricompone l'orologeria e si procede alla sua taratura e prova mediante un contasecondi di precisione e col controllo dei colpi di scappamento. Particolare attenzione si deve usare quando si procede alla rettifica o alla sostituzione dell'ancora per eliminare i punti morti, nocivi al buon funzionamento dell'apparecchio, che non riuscirebbe ad avviarsi con facilità al momento in cui viene caricata l'orologeria.

Montaggio e prove. — Effettuate le riparazioni a tutti gli organi e gruppi meccanici si procede al montaggio definitivo del tachimetro che viene quindi passato al

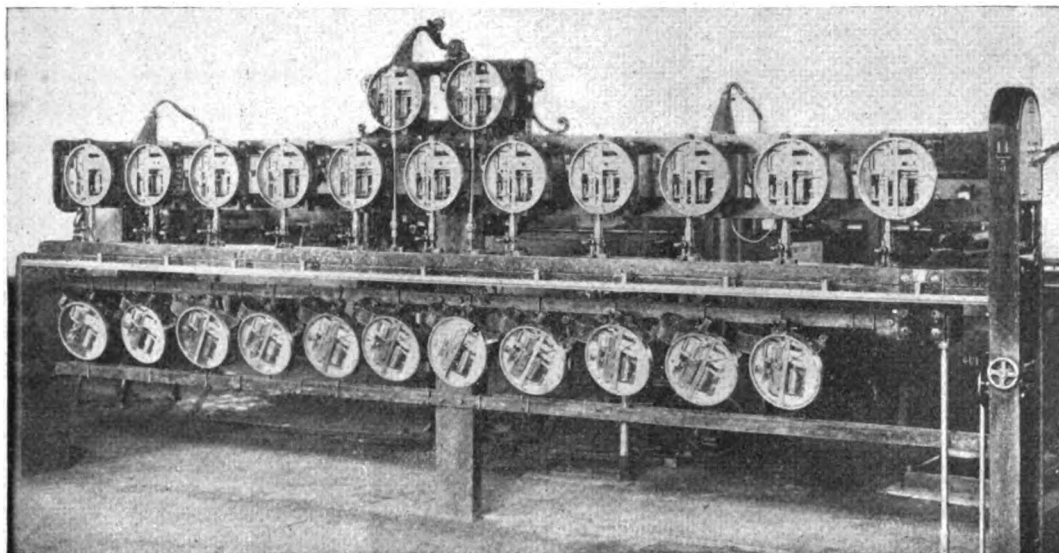



FIG. 18. — Banco di prova a comando elettrico e variazione automatica della velocità

banco di prova per i necessari controlli, allo stesso modo dei tachimetri di nuova costruzione.

Nell'Officina è predisposto, per il controllo dei tachimetri, revisionati o di nuova costruzione, uno speciale banco di prova (fig. 18) a funzionamento automatico, il quale può contenere fino ad 11 tachimetri contemporaneamente in funzione. Sorretti da apposita intelaiatura e superiormente ai precedenti, stanno sul banco di prova due tachimetri campione di precisione aventi i quadranti con graduazioni multiple onde facilitare il controllo dei tachimetri in prova. Tutti i tachimetri vengono messi in movimento a mezzo di un complesso di trasmissioni e rinvii con ingranaggi conici azionati da un motore elettrico.

Questo motorino elettrico può azionare le trasmissioni a velocità costante oppure a velocità variabili da fissare a mano o automaticamente con una determinata legge di variazioni. Ciascun tachimetro viene innestato o disinnestato dalle trasmissioni.

Come è stato già in precedenza accennato, la lancetta di ogni tachimetro segna la velocità di fondo scala quando il proprio albero motore fa 75 giri al minuto primo; mentre, perchè si ottenga con sicurezza la carica automatica dell'orologeria, la velocità minima ammissibile è circa 1/3 di quella massima suddetta.

Per tale motivo il dispositivo automatico a frizione variatore di velocità del banco di prova fa alternativamente variare in modo continuo la velocità di rotazione dei ta-

chimetri in prova tra i limiti anzidetti. In tale caso si ricava sulla zona di carta un diagramma della velocità di forma sinusoidale. La durata media della prova di un tachimetro di nuova costruzione o revisione è di circa due giorni.

Sul banco di prova i tachimetri subiscono un assiduo controllo che consiste nella verifica delle esatte indicazioni delle velocità segnate dagli apparecchi in prova rispetto a quelli di campione, relativamente a tutta la gamma della velocità. Oltre a tale controllo viene eseguito quello riguardante la corrispondenza fra le indicazioni della lancetta del tachimetro e la punteggiatura della zona.

Durante la prova al banco l'operaio incaricato della sorveglianza provvede a mettere a punto i diversi apparecchi relativamente al sincronismo ed alla esatta successione di tutti i movimenti che interessano i gruppi derivatore, indicatore e registratore; nonchè alla definitiva registrazione dei colpi di scappamento dell'orologeria. Si fanno inoltre altre prove di funzionamento con particolare attenzione alla verifica dell'aderenza e al perfetto avviamento della massa mobile sul corrispondente manicotto filettato.

* * *

Come si rileva dall'esame della relativa pianta (fig. 1) l'Officina Tachimetri è provvista dei seguenti magazzini:

1) Magazzino per attrezzi e pezzi di ricambio confezionati.

2) Magazzino per tachimetri a disposizione e materiali vari.

3) Magazzino materiali di consumo.

Particolare attenzione bisogna rivolgere al funzionamento del citato magazzino per attrezzi e pezzi di ricambio confezionati (fig. 19) poichè la sua funzione nell'organizzazione del lavoro per la costruzione dei tachimetri ha notevole importanza, per la complessa attrezzatura in essa conservata e per i numerosi calibri di lavorazione e di controllo.

Il magazzino è provvisto di un soppalco sul quale in apposita scaffalatura vengono conservati, divisi per tipo, in numerose cassettine i pezzi di ricambio costruiti in serie per conto scorte per la riparazione e la costruzione di nuovi apparecchi. Altre piccole scorte di tali pezzi di ricambio, da usarsi per la riparazione e la revisione dei tachimetri, sono conservate in scaffali situati nella parte bassa del magazzino onde averli più rapidamente a portata di mano. Oltre ai pezzi di ricambio singoli, esistono sempre numerose serie di gruppi montati componenti il tachimetro (v. fig. 18) l'approntamento dei quali viene eseguito in serie.

In via normale la dotazione di tali gruppi è quella necessaria alla costruzione di circa un centinaio di apparecchi, i quali possono in tal modo essere approntati in brevissimo tempo. Infatti la composizione dei gruppi meccanici di un tachimetro non comporta lavoro superiore a qualche ora. È manifesta perciò la quantità notevole di tachimetri che l'Officina può comporre e mettere a disposizione in brevissimo tempo al fine di far fronte a tutte le richieste improvvise di tachimetri che possono manifestarsi, specie nel momento attuale, essendo in corso la fornitura di numerose locomotive elettriche ed elettromotrici.

Nella parte centrale del suddetto locale esiste una particolare scaffalatura con vetri superiori scorrevoli, ben visibile nella fig. 19, la quale contiene tutta una serie di calibri differenziali d'officina e di collaudo per l'intera gamma di tolleranza che va dal

grado preciso al grado grossolano e fra le diverse sedi di accoppiamento che variano tra il bloccato alla pressa e il libero amplissimo.

La serie citata di calibri differenziali è del tipo a doppia forcella con i corrispondenti calibri a doppio tampone; i diametri per i quali i calibri sono costruiti variano da mm. 1 a 43 essendo tra tali misure compresi i diametri dei fori e dagli alberi impiegati nella costruzione dei tachimetri.

Per il controllo dei calibri d'officina, ma solo per il lato « passa » e per il grado preciso, esiste una serie speciale di calibri a semplice forcella ed a semplice tampone. È manifesto con questo, quanto grande sia la cura dell'Officina nella esecuzione dei pezzi di ricambio per ottenere la perfetta costruzione e la sicura intercambiabilità dei pezzi stessi costruiti in serie.

In detto scaffale sono poi raccolte tutte le serie di alesatori fissi corrispondenti ai diametri dei calibri a tampone esistenti; questi alesatori sono suddivisi in vari gruppi tenendo conto dei diametri, del grado di precisione che permettono di realizzare e del tipo di metallo per il quale vengono impiegati.

Esistono infine altri alesatori conici ed i rispettivi calibri per fori conici.

A corredo degli apparecchi di controllo citati l'Officina Tachimetri è provvista di una serie completa di blocchetti paralleli di controllo, le cui misure sono comprese fra 1 e 100 mm.; con tali blocchetti e con gli appositi morsetti a becchi misuratori è possibile allestire calibri a forcella e per interni per qualsiasi misura tra 1 mm. e 300 mm. con differenze di 1/2 centesimo di mm. fra l'uno e l'altro.

* * *

Non merita particolare descrizione il magazzino per i tachimetri costruiti per le scorte, mentre conviene accennare al magazzino per materiali di consumo, il quale presenta alcune particolarità degne di nota in relazione ai materiali in esso conservati.

Oltre ai comuni acciai al carbonio da costruzione, sono approvvigionati acciai speciali per attrezzature, per la costruzione di viterie di precisione, acciai speciali da trattamento e da cementazione e da nitrurazione.

Sono poi da ricordare particolarmente i profilati speciali lucidi nei diversi tipi di acciaio, i qual vengono con molto successo, come è stato già in precedenza accennato, usati nella costruzione di nottolini, dentelli ecc., il cui allestimento da profilati ordinari richiederebbe un costoso procedimento di fresatura con l'uso di frese aventi forma speciale.

In aggiunta ai precedenti materiali si possono ricordare i materiali stampati e fusi di cui l'Officina fa grande uso; trattasi di pezzi fusi in ghisa, in leghe speciali di ottone, ed in leghe di zinco, usando in casi particolari il procedimento della fusione sotto pressione o in conchiglia.

L'assoluta regolarità di funzionamento ottenuta per questa Officina è in parte dovuta al perfetto funzionamento del Magazzino.

Trattamenti termici. — Abbiamo visto nella prima parte di questa esposizione come numerosi pezzi dei tachimetri subiscono trattamenti termici: la cementazione, la tempera e la nitrurazione oltre a trattamenti superficiali al fine di prevenire l'ossidazione o per migliorarne l'apparenza esteriore; si usa pertanto la nichelatura, la ramatura e la cadmiatura dei pezzi suddetti a seconda del loro particolare impiego.

Ad eccezione della nitrurazione che viene fatta eseguire dall'industria privata nazionale, tutti gli altri trattamenti vengono effettuati in appositi impianti di dimensioni ridotte e proporzionate ai pezzi da lavorare, che sono in dotazione all'Officina Tachimetri stessa. Abbiamo infatti una sala per la tempera e la cementazione dei pezzi in acciaio, corredata da tre forni diversi e cioè di un forno a nafta del tipo a muffola (da 400 × 250 × 200 mm.) per trattamenti termici col quale si possono raggiungere temperature fino a 1000°; di un piccolo forno a crogiuolo, pure riscaldato a nafta, usato

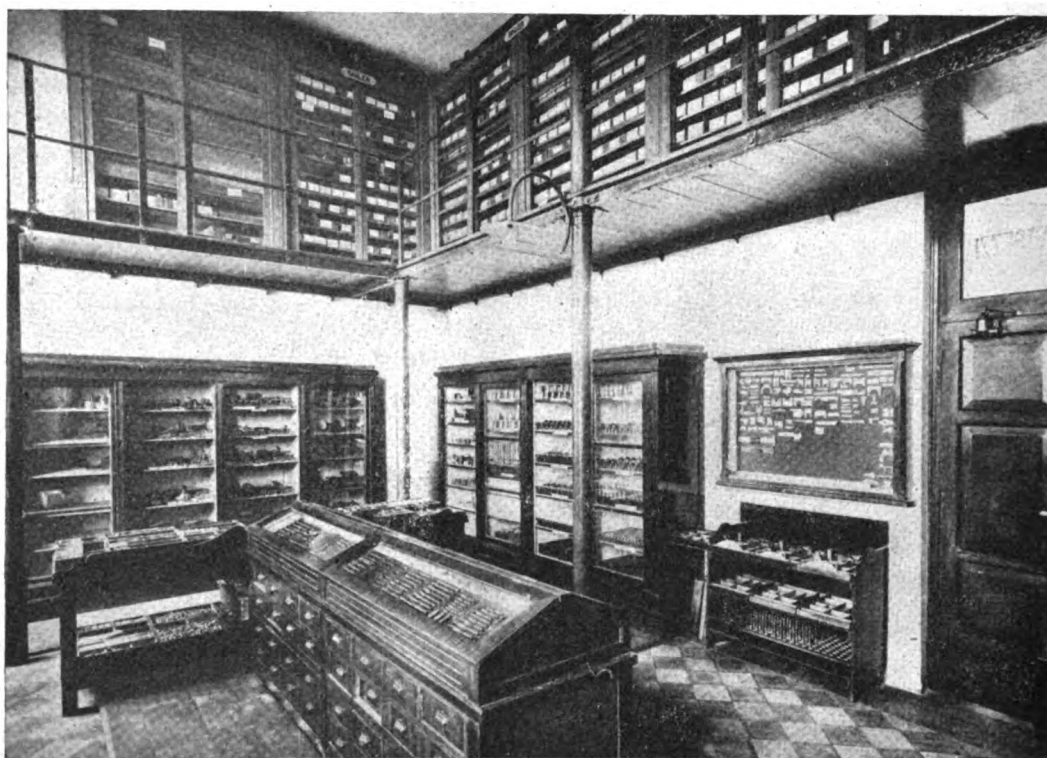



FIG. 19. — Scaffalature per parti lavorate e pezzi montati ed attrezzature.

per i trattamenti in bagni di sali per cementazione per piccoli pezzi che non debbono subire ossidazioni o alterazioni superficiali durante il riscaldamento. Infine vi è un piccolo forno elettrico per trattamenti termici dei pezzi singoli, che può raggiungere temperature di 1000° circa.

Quando però il trattamento termico di tempera va limitato esclusivamente ad estremità di piccoli pezzi (come ad es. punte, ecc.) mentre l'intero pezzo non richiede tale trattamento, per il riscaldamento non si usano i forni sopra citati, ma ci si serve con molto vantaggio di un semplice bruciatore a nafta, a fiamma verticale di costruzione e di impiego semplicissimi.

Impianti per vernici. — In altro locale adiacente alla sala dei trattamenti termici vi è l'impianto galvanico per la nichelatura, ramatura e cadmiatura. Un piccolo gruppo convertitore da 1 kw coi relativi apparecchi di regolazione e di misura della corrente alimenta alla tensione di circa 10 volta le condutture elettriche che fanno capo alle tre vasche distinte dell'impianto galvanico entro cui vengono immersi i pezzi che devono subire il trattamento superficiale.

Completa l'impianto una pulitrice doppia, azionata da motore elettrico ed un posto per la sabbiatura. I pezzi da sabbiare vengono messi sopra un disco girevole, tutto forellato ed il getto di sabbia viene lanciato sopra ad essi dirigendolo dall'esterno mediante appositi comandi; un ventilatore aspira la polvere che si forma durante la sabbiatura mentre la sabbia ricade in basso e ritorna in circolazione.

Rigaturazione. — L'Officina provvede in proprio alla rigatura delle zone di carta per i tachimetri registratori.

A tale scopo è stata costruita una semplice macchina stampatrice, messa in moto da un piccolo motore elettrico attraverso opportune trasmissioni e riduzioni ad ingranaggi elicoidali; per l'avvolgimento della zona stampata un rullo viene comandato invece attraverso un dispositivo a frizione che riduce gradualmente la velocità del rullo stesso man mano che su di esso si avvolge la zona.

I rulli stampatori per la rigatura e la indicazione delle velocità, sono due per ogni tipo di zona in modo da rigare la carta sulle due faccie contemporaneamente.

La carta è fornita dall'industria nazionale ed è già tagliata in strisce di 35 m. circa di lunghezza ed avvolta a rullo. Per notizia si accenna che in otto ore lavorative si possono stampare circa 300 rulli di carta ed a tale lavoro può essere adibito un semplice manovale.

* * *

Con l'adozione dei tachimetri indicatori elettrici sui locomotori, elettrotreni ed elettromotrici e dei tachimetri indicatori e contagiri elettrici sulle automotrici con motore a combustione interna, in questi ultimi anni si è manifestata la necessità di procedere alla manutenzione e riparazione di tali apparecchi

Non essendo il caso di affidare ad ogni singolo impianto tale lavoro di riparazione, fu deciso di affidarlo per intero alla Officina Tachimetri analogamente a quanto viene fatto per la revisione e riparazione dei tachimetri indicatori e registratori di tutte le locomotive della Rete. A tale organizzazione si addivenne gradualmente.

Per il controllo della riparazione dei generatori e degli indicatori elettrici è stato costruito dalla Officina stessa un banco di prova.

Tale banco di prova viene azionato da un motore elettrico ad asse verticale che mette in rotazione un piatto cui si accoppia una ruota a frizione che comanda a velocità variabile a piacere, la trasmissione orizzontale del banco stesso; azionato da questa trasmissione è un tachimetro campione ed il generatore elettrico da controllare. Lo stesso banco comprende due posti di prova; uno per piccoli generatori elettrici per tachimetri e contagiri di automotrici, ed uno per generatori elettrici più grossi, come quelli che sono applicati agli assi dei locomotori e degli elettrotreni.

Poichè il generatore elettrico è un vero e proprio alternatore, il controllo del suo funzionamento è fatto in modo molto semplice a mezzo di un milliamperometro di precisione, con una opportuna tabella di ragguaglio per controllare, a seconda del tipo di apparecchio, se le indicazioni fornite dalla misura della corrente alle varie velocità sono esatte.

Nel caso invece che occorra controllare gli indicatori di velocità o di giri, basta alimentare questi apparecchi con la corrente fornita da un adatto generatore il cui funzionamento sia costante e quindi controllare le indicazioni della velocità o dei giri segnate dagli apparecchi in esperimento con quelle del citato milliamperometro, con l'ausilio delle tabelle di ragguaglio analogamente al caso precedente.

Per chiudere questo cenno daremo qualche cifra che dia un'idea del lavoro che si svolge nella piccola Officina e dei risultati raggiunti con la nuova organizzazione.

I tachimetri in servizio nella Rete sono oggi all'incirca 3500, per tre quarti già unificati anche nelle singole parti. La revisione generale impone quindi il passaggio da Bologna di circa 1000 tachimetri all'anno. Il numero dei tachimetri segue naturalmente la consistenza del parco locomotive che segna annualmente lievi diminuzioni di macchine a vapore e notevole aumento di locomotive elettriche.

Oltre tremila unità (tra tachimetri e contagiri) circa di rilevatori di velocità con dispositivi elettrici di vari tipi fanno capo anche esse a Bologna.

A tutti i servizi descritti sono addetti ventiquattro operai delle varie qualifiche.

Il costo della produzione per le parti di ricambio, di fronte alle condizioni prima fatte dall'industria privata, per molta parte estera, risulta assai basso e precisamente di circa un terzo in media di quello prima corrisposto.

Sviluppi prevedibili nella produzione dell'alluminio.

Riportiamo una tabella compilata recentemente da R. J. Anderson sulla potenzialità in tonnellate dell'industria dell'alluminio, quale era nel 1937 e quale è prevedibile nel 1940.

	Produzione nel 1937	Capacità di produzione	
		nel 1937	nel 1940
	(in migliaia di tonnellate)		
Australia	—	—	2
India Brittannica	—	—	5
Canadà	42,6	45	80
Francia	34,5	40	45
Germania	131,6	135	220
Olanda	—	—	3
Ungheria	1,2	2	7
Italia	22,9	28	48
Giappone	10,5	25	45
Jugoslavia	0,3	1	6
Norvegia	23 —	35	40
Romania	—	—	4
U.R.S.S.	45 —	50	90
Spagna	—	2	2
Svezia	1,8	2	2
Svizzera	25 —	28	28
Inghilterra	19 —	22	32
Stati Uniti	132 —	135	180
TOTALE	490 — circa	550	839

La nostra rivista *Alluminio* trova opportuno di integrare questi dati con le previsioni oggi possibili per un termine anche più lontano del 1940. Arriva così a delineare quale potrà essere presumibilmente la potenzialità dell'industria dell'alluminio nel mondo nel 1943. Previsioni più elevate delle precedenti vengono così fatte soprattutto per il Canadà (270), la Germania (265), l'U.R.S.S. (263), il Giappone (136), la Francia (55) e l'Inghilterra (pure 55). La Jugoslavia, l'India, l'Ungheria e la Romania arriverebbero a migliaia di tonn. 12, 11, 10 e 80. Gli altri Stati prima nominati, Italia compresa, non subirebbero variazioni ma vi sarebbe da tener conto, per il 1943, di altri paesi non considerati dall'Anderson: Grecia con 10, Belgio con 7 e Polonia con 2,5 migliaia di tonn.

La potenzialità totale per il 1943 viene prevista in tonn. 1.410.300.

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste, cui detti riassunti si riferiscono, fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri ferroviari italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai Soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S) Nuovi sistemi di trasmissione per le dinamo dell'illuminazione elettrica autonoma delle vetture (*Elektrotechnische Zeitschrift,* 9 febbraio 1939; *The Railway Gazette,* 3 marzo 1939).

Come è noto, il più grave inconveniente finora presentato dal sistema di illuminazione autonomo delle vetture ferroviarie, sistema che comporta una dinamo azionata da un asse della vettura, è dato dalla imperfetta trasmissione del moto dall'asse del veicolo a quello della macchina

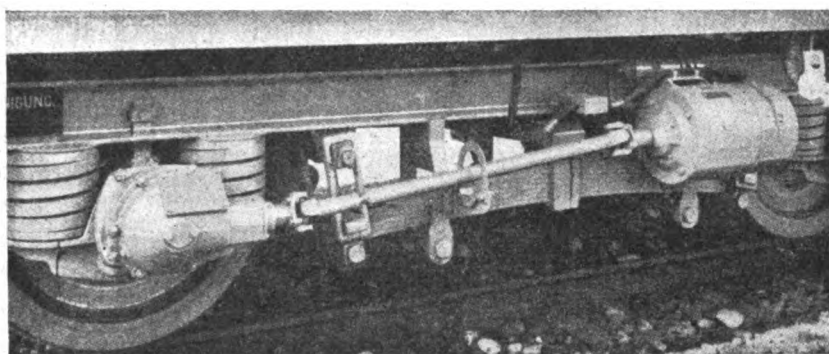



Fig. 1. — Trasmissione di moto con albero articolato per la dinamo d'illuminazione di una vettura internazionale delle Ferrovie Federali Svizzere.

generatrice elettrica. Sono stati tentati vari sistemi; ma nessuno finora scevro di inconvenienti. Recentemente si è tentato, in varie riprese e da varie ditte specialiste, di utilizzare, invece della trasmissione a cinghia (nessuno dei tipi di cinghie impiegati esclude in modo assoluto il pericolo di strappamento o di perdita della cinghia durante la corsa) una trasmissione ad ingranaggi. I primi tentativi in tale senso non ebbero successo; soltanto recentemente la ditta Brow-Boveri, di Baden, nella Svizzera, ha studiato e provato con successo un sistema di trasmissione ad ingranaggi che sembra rispondere molto bene allo scopo.

Il sistema implica un complesso di ingranaggi montato su una boccola; esso trasmette il moto alla dinamo, mediante un asse di collegamento. La fig. 1 rappresenta il complesso montato su una vettura leggera di acciaio delle Ferrovie Federali Svizzere. La scatola degli ingranaggi è montata al posto di uno dei soliti coperchi del supporto dell'asse. La boccola è munita soltanto di un cuscinetto sferico a rulli e si può muovere in relazione con l'asse. Pertanto il momento torcente viene trasmesso, attraverso un ordinario attacco a griffa, al piano medio del cuscinetto a rulli sferico; di modo che è assicurato un perfetto ingranamento, in tutte le condizioni, del dente dell'ingranaggio. Il rapporto di trasmissione è di 1:3,125. La lubrificazione degli ingranaggi è completamente separata da quella del supporto dell'asse; a tale scopo viene usato olio. L'asse del pignone, che si muove in un supporto a rulli e a sfere, porta la flangia di accoppiamento con la quale è articolato l'asse di collegamento. Quest'ultimo ha giunti cardanici con supporti a rulli ad ago, che richiedono poca lubrificazione. Una chiavetta serve a compensare le variazioni nella lunghezza dell'albero, causate dal movimento di andirivieni cui dà luogo il molleggiamento del telaio del carrello. Il generatore è del tipo normale, della potenza di 1500 Watt, al

regime di un'ora, munito di bracci di sospensione. Il nuovo sistema di trasmissione escogitato dalla Brown Boveri è talmente sicuro, che da esso viene derivata anche la regolazione automatica della pressione del freno a seconda della velocità. L'intero sistema viene applicato a vettura finita.

Questo tipo di impianto è stato applicato su vetture leggere in acciaio (peso 26 tonnellate, lunghezza tra i respingenti di m. 26, e capacità di 80 viaggiatori), delle Ferrovie Federali Svizzere. Per tale ragione si è cercato anche di risparmiare al massimo sul peso dell'impianto di generazione elettrico: a tale scopo è stato impiegato metallo leggero. Così il sistema di ingranaggi pesa in tutto (compreso l'albero di collegamento) 35 kg.; il generatore pesa 80 kg.

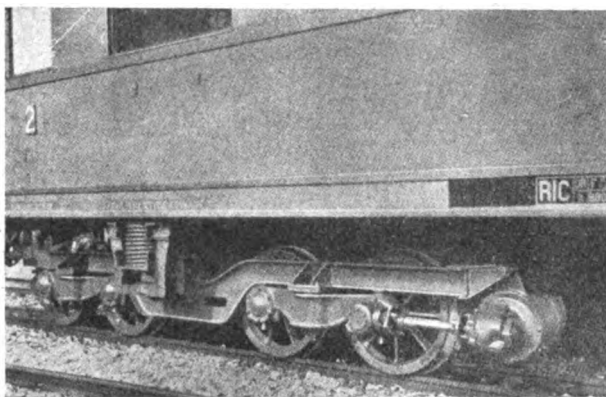



Fig. 2. — Sistema di ingranaggi adottati nel caso in cui la dinamo debba essere montata sulla trave terminale trasversale.

Nell'ultimo anno di esercizio, queste vetture percorsero in media 200.000 Km. senza che occorresse alcun lavoro di manutenzione del sistema di ingranaggi. La massima velocità raggiunta regolarmente fu di 110 Km./ora. Recentemente, il percorso giornaliero ha raggiunto i 900 Km., con una sola revisione all'anno.

In qualche tipo di carrelli vi sono alcune parti sporgenti, come le mólle del bilanciere, che possono rendere difficoltosa la sistemazione della dinamo e dell'ingranaggio. In questi casi l'albero a cardano viene portato sopra le molle del bilanciere, adottando un doppio rapporto (1:5). Il generatore è munito di piedi per poterlo assicurare alla trave laterale del carrello. Quando neppure questa soluzione può essere adottata, generalmente è possibile assicurare il generatore alla trave terminale, perpendicolarmente al binario, come indicato nella fig. 2.

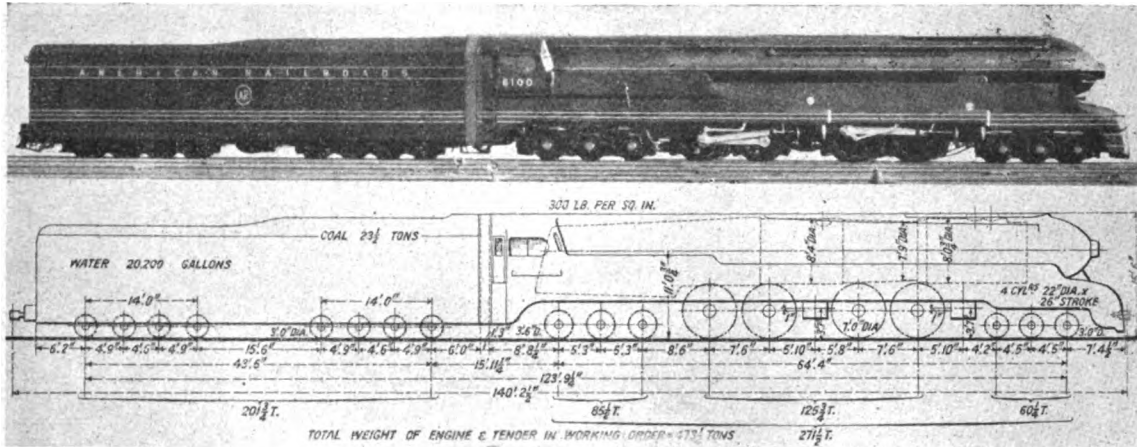
In questo caso vi sono due ingranaggi separati: uno sulla boccola, l'altro che forma l'involucro di protezione del generatore, dal lato motore.

Finora la Brown Boveri ha fornito circa 110 trasmissioni cardaniche per vettura a 4 assi delle Ferrovie Svizzere; alcuni impianti del genere sono già in esercizio anche sulle Ferrovie dello Stato Norvegesi, ed altri sono in ordinazione per le Ferrovie dello Stato Germaniche.

I vantaggi principali del nuovo sistema si possono così enunciare: massima sicurezza in esercizio; nessuna necessità di manutenzione tra una revisione e l'altra delle vetture effettuata nelle officine; limitate spese di manutenzione; facile montaggio e accessibilità di tutte le parti; e finalmente l'indispensabile silenziosità di funzionamento. — F. Bagnoli.

(B. S.) Locomotiva per treni passeggeri ad alta velocità (*Railway Gazette*, 28 aprile 1939).

La Pennsylvania Railroad ha completato nelle sue officine di Juniata una nuova locomotiva passeggeri capace di alte velocità: 100 miglia/h. La locomotiva è di tipo 3-*B* - *B*-3 ed ha un carrello anteriore a 6 ruote, due gruppi motori accoppiati aventi ciascuno 2 assi motori ed un carrello a 6 ruote che sostiene il forno. Tutti gli assi sono muniti di cuscinetti a rulli Timken. Ciascuna unità è munita di 2 cilindri di m. 0,55 × 0,66, di 4 ruote motrici aventi diametro di m. 2,13, che, con vapore surriscaldato a pressione di 21 kg/cmq., le permettono di fornire uno sforzo di trazione di kg. 34.654 con una pressione media pari all'85 % della pressione di caldaia. Il meccanismo di distribuzione è di tipo Walschaert. La caldaia di tipo usuale ha superficie di riscaldamento di 720 mq.; non è data l'area di griglia ma essendo il focolaio di m. 2,43 × 5 essa dovrebbe essere di circa mq. 12. Ci sono 219 tubi di fumo da 56 m/m. e 69 tubi grossi da 132 m/m. per un surriscaldatore di tipo *A* con elementi da 27 m/m. La distanza fra le piastre tubolari è di m. 6,66. Il corpo cilindrico ha diametro di m. 2,53 all'estremo verso il focolaio

e di m. 2,35 verso la camera a fumo. Il surriscaldatore ha una superficie di 192,90 mq. pari al 26,9 % superficie di riscaldamento totale. Il focolaio ha superficie totale di riscaldamento di mq. 6 ossia l'8,5 % del totale. La lunghezza complessiva della caldaia inclusa la camera a fumo è di 18,97. La locomotiva ha una base di appoggio sulle ruote di m. 19,60 dei quali m. 8,07

Nuova locomotiva espresso 3-B — B-3 della Pennsylvania Railroad esposta dalle ferrovie americane alla esposizione mondiae di Nuova York.

300 Lb. Per SQ. In. = 300 libbre per pollice quadrato. — 4 Cyl^{rs} 22" Dia × 26" Stroke = 4 Cilindri di 22 pollici di diametro e 26 di corsa. — Coal 23 1/2 tons. = Carbone 23 1/2 tonn. — Water 20.000 Gallons = Acqua 20.000 galloni. — Total weight of engine an tender in working order = Peso totale della locomotiva e del tender in ordine di marcia.

costituiscono la base rigida. Il suo peso è di tonn. 217 1/2 delle quali 125 3/4 gravanti sulle ruote motrici. Questi pesi con lo sforzo di trazione anzidetto danno un coefficiente di aderenza del 3,68 % ed un carico approssimativo per asse di 31,4 tonn. Il tender portato su due carrelli ad 8 ruote ciascuno, distanti fra di loro m. 8,98, aventi base di ruote di m. 4,26, pesa vuoto 88 tonn.: esso è capace di 23 1/2 tonn. di carbone e di mc. 76,457 d'acqua; a carico completo pesa tonn. 201 3/4; di modo che la locomotiva col tender pesano complessivamente 473 1/4 tonn. La locomotiva presentata alla Fiera Internazionale di Nuova York non è stata ancora assoggettata a prove in linea od in officina. È di forma aerodinamica. — W. TARTARINI.

(B. S.) La saldatura delle rotaie a lunghe tratte (*The Railway Gazette*, 3 marzo 1939).

La saldatura delle rotaie a lunghe tratte è stata recentemente introdotta come norma da parecchie ferrovie; però la decisione di estendere il sistema fino all'estremo, cioè fino ad eliminare tutti i giunti delle rotaie, eccetto quelli indispensabili per i circuiti di binario e per gli incroci, è stata presa finora soltanto dalla ferrovia americana Delaware & Hudson. Il lavoro di saldatura è stato molto bene organizzato: una ditta specializzata ne è stata incaricata; essa esegue, dopo la saldatura, anche il trattamento termico necessario per eliminare qualsiasi sollecitazione anormale nella rotaia saldata.

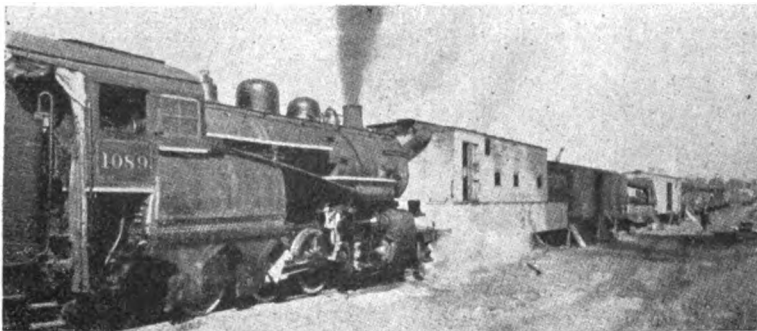



FIG. 1. — L'impianto di saldatura in attività. Dietro la locomotiva, che fornisce il vapore per i turbo-generatori, vi è il carro dei generatori; poi un carro chiuso adoperato come ufficio per il personale; quindi il carro delle rotaie e quello per la saldatura. Dietro si vedono i carri piatti sui quali è montato l'impianto per la rifinitura.

L'impianto per la saldatura comprende (vedi fig 1) un carro speciale, contenente la macchina saldatrice elettrica a resistenza; un carro per ricovero di due turbo-generatori; un carro per il

personale ed uno per gli impianti ausiliari; una locomotiva a vapore per la produzione del vapore occorrente per l'azionamento delle turbine; un carro per la preparazione delle rotaie da m. 12 prima della saldatura e per il trasporto delle stesse fino alla macchina saldatrice; una serie di cinque carri piatti sui quali sono montati gli equipaggiamenti per l'eliminazione degli

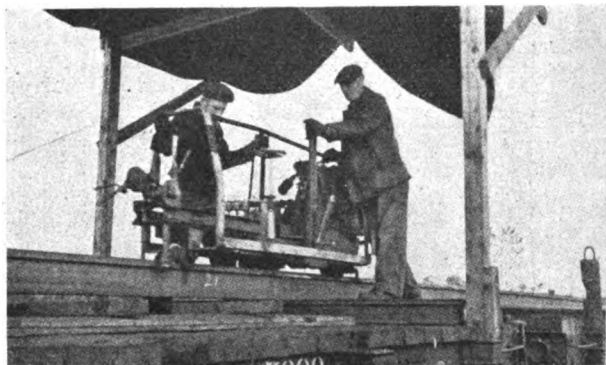



FIG. 2. — Il trasporto delle lunghe rotaie saldate.

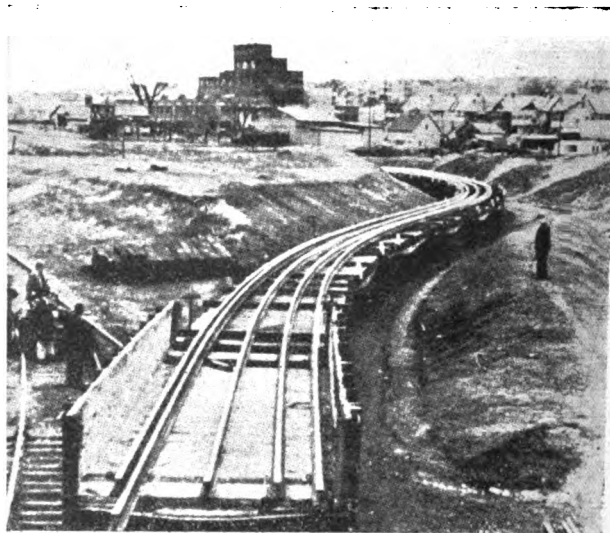



FIG. 3. — Vista generale e un particolare (verifica del calibro) delle operazioni da eseguire sulle rotaie già saldate.

sforzi e la trave di giunzione; e finalmente l'occorrente numero di carri piatti per il trasporto dei lunghi tratti di rotaie saldate fino al luogo di posa (vedi fig. 2).

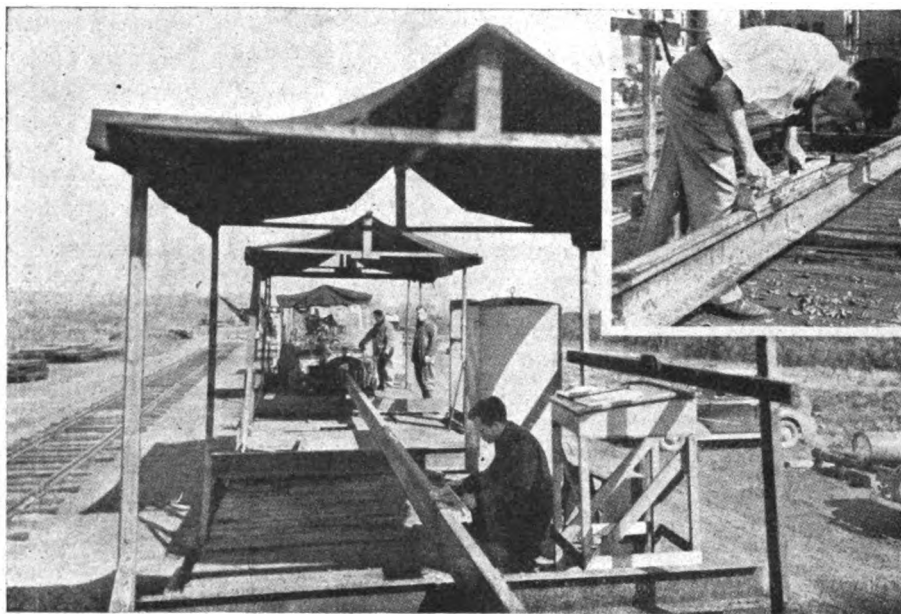



FIG. 4. — L'operazione di eliminazione dell'eccesso di materiale dai giunti saldati.

Il lavoro si svolge così: mentre si effettua ciascuna saldatura, si compiono le operazioni finali sulle saldature già effettuate. Queste operazioni, che si eseguono su cinque giunti contemporaneamente, completano la rotaia, in modo da renderla atta ad essere posta senz'altro in opera. Anzitutto si esegue il trattamento termico, a cui si è già accennato; poi si eliminano le parti di metallo in eccesso risultanti dal processo di salda saldatura (vedi fig. 3 e 4). Le rotaie saldate ven-

gono tirate a traverso la macchina saldatrice, fino ai carri di deposito, mediante un cavo collegato ad un argano elettrico. Si possono senza difficoltà accantonare sul carro e quindi posare in posto 12 rotaie lunghe. Il lavoro viene effettuato da 6 operai della ditta appaltatrice, coadiuvati da 10-12 uomini della ferrovia; la produzione è di 100 a 160 giunti per giornata lavorativa di due turni di otto ore. L'A. accenna anche a varie prove sistematiche eseguite durante un periodo di vari anni, dalla ditta appaltatrice in concorso con la General Electric Company, che ha fornito l'equipaggiamento elettrico. Tutte le rigorose prove eseguite hanno confermato l'ottima esecuzione e la grande resistenza delle saldature eseguite col metodo descritto.

Alla fine del 1937 la Delaware & Hudson aveva circa Km. 75 di binario composto di rotaie saldate a lunghe tratte. La massima lunghezza di rotaia saldata è di m. 2347. Si ritiene che questo sia il tratto più lungo di rotaia continua esistente nel mondo. Esso si trova, naturalmente, in piena linea allo scoperto, ed è così soggetto a variazioni di temperatura da — 26 a + 46 gradi centigradi. La lunghezza normale, però, delle rotaie saldate col metodo descritto è di circa m. 518, che è stata trovata come la più conveniente. Le rotaie lunghe vengono congiunte tra loro nel binario a pressione col metodo della termite. Nella posa si deve disporre di massicciata assai buona: le rotaie, del tipo Vignole, da kg. 50,50 ml., sono fissate alle piastre mediante potenti bulloni a molla del tipo M. L. Le piastre d'appoggio stesse sono fissate alle traverse indipendentemente, mediante bulloni. Questo modo di fissaggio impedisce effettivamente qualsiasi movimento della rotaia rispetto alla piastra di appoggio e alla traversa, e un'adatta massicciata impedisce inoltre il movimento della traversa rispetto ad essa; non si possono verificare così nè dilatazioni nè contrazioni; le forze che si sviluppano dal fatto che tali movimenti sono impediti prendono la forma di sforzi interni di compressione o di tensione, che non producono spostamento della rotaia. — F. Bagnoli.

(B. S.) Esperimenti americani sugli effetti dinamici delle locomotive a vapore (*Railway Age*, 4 marzo 1939).

La richiesta di maggiori velocità rende necessario far lavorare le locomotive a velocità superiori a quelle previste nel progetto come massime ammissibili dal punto di vista degli effetti dinamici e dei danni arrecati al binario.

Fig. 1. — Sistemazione delle macchine da presa sulle locomotive.

Per chiarire la questione sono state eseguite in America importanti ricerche sperimentali accompagnate da studi teorici.

Le esperienze più recenti e meglio riuscite sono quelle eseguite dalla Burlington per determinare la velocità per la quale possono intervenire danneggiamenti al binario. Le prove furono eseguite su 6 locomotive di cui 3 del tipo 4-6-4 per treni viaggiatori, due del tipo 4-6-4 per viaggiatori e merci e 1 del tipo 2-10-4 per merci.

Fu scelto un tratto di binario lungo 8,4 Km. specialmente preparato e situato a circa 15 Km. da Aurora Ill., sulla linea Chicago-Omaha. Il binario era costituito con rotaie da 49 Kg./ml. R. A. su massicciata formata di minerali di piombo. Per una lunghezza variabile le rotaie

furono opportunamente ingrassate con olio e grafite in modo da provocare lo slittamento delle locomotive.

Il tratto sperimentale fu provvisto di picchetti di riferimento e di dispositivi per misurare l'inflessione delle rotaie. La velocità del treno fu stabilita mediante apparecchi situati nella vettura dinamometrica, mentre la velocità di slittamento degli assi motori fu determinata mediante contatti elettrici. Le ruote furono opportunamente verniciate con segni di riferimento per le varie posizioni. Per studiare il movimento delle ruote-motrici, le quali durante lo slittamento tendono a sollevarsi dalle rotaie, fu usato un equipaggiamento cinematografico consi-

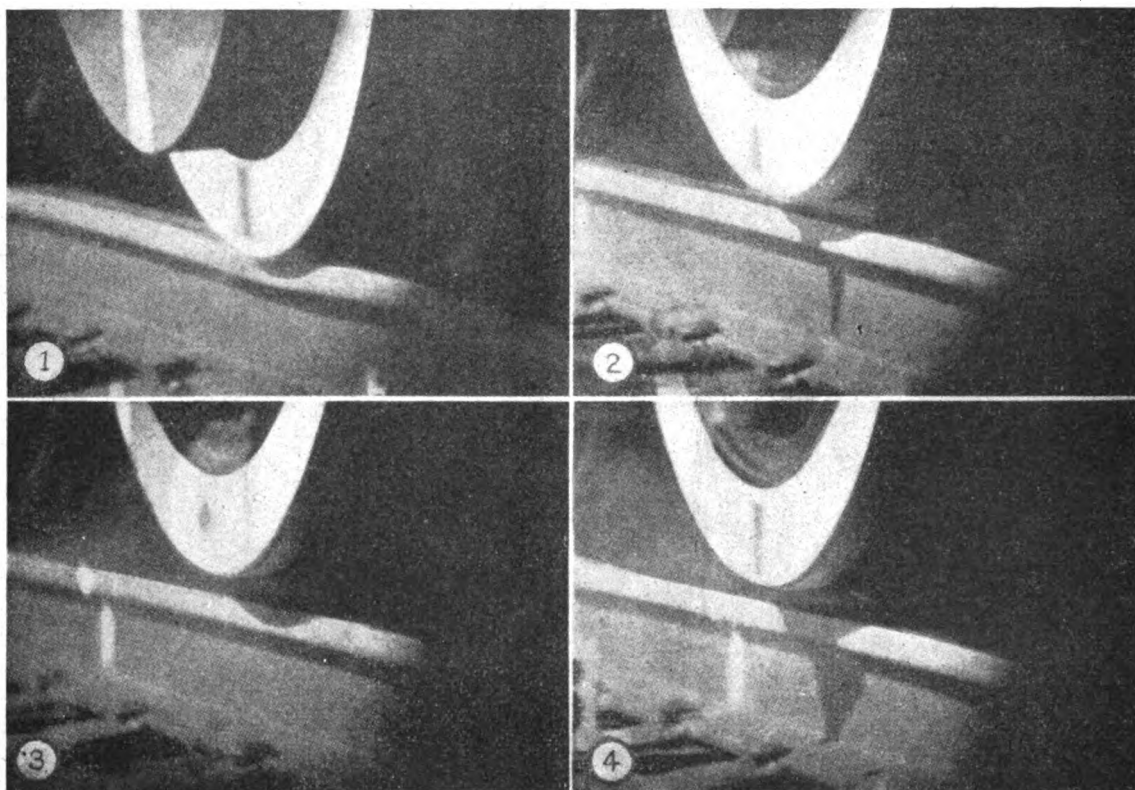



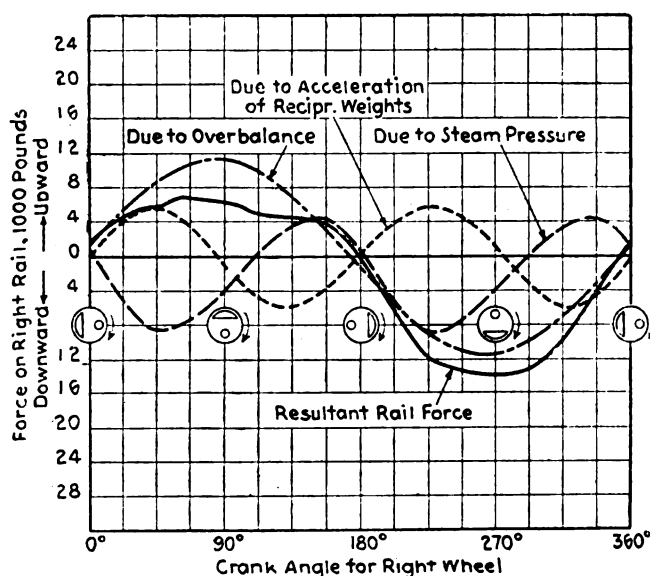
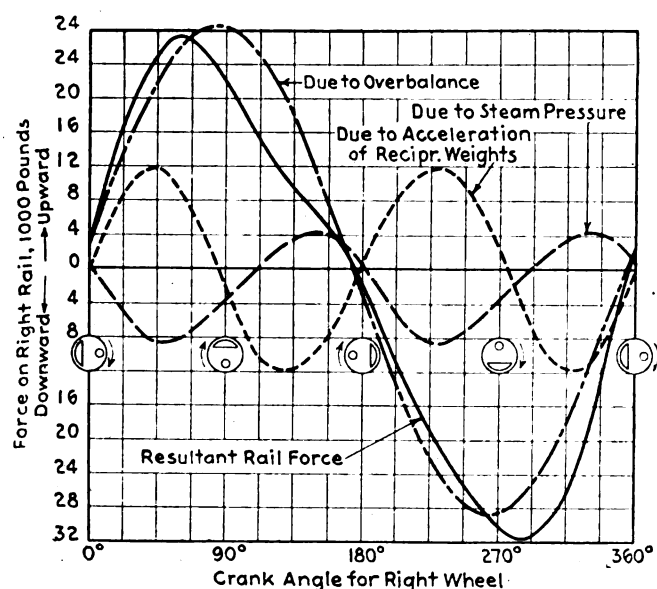
FIG. 2. — Diverse fasi del sollevamento delle ruote sulle rotaie.
1. Contrappeso in basso — 2. Contrappeso a 90° dalla verticale. — 3. Contrappeso a 45° dalla verticale in alto. — 4. Contrappeso in alto.

stente in due macchine da presa a 100 fotogrammi al secondo situate su speciali piattaforme montate appositamente ai due lati anteriori della locomotiva (fig. 1). Inoltre una terza macchina capace di funzionare a 400 fotogrammi al secondo fu montata sul lato destro, e furono applicate alle locomotive forti lampade elettriche per illuminare le parti delle ruote situate nel quadro delle macchine da presa. I treni, composti da un bagagliaio, una vettura dinamometrica e tre o quattro vetture, venivano fatti avvicinare al tratto ingrassato a velocità uniforme, quindi il regolatore veniva lasciato aperto per un tempo sufficiente per raggiungere la corrispondente velocità di slittamento.

La velocità alla quale le ruote motrici si sollevano rispetto alle rotaie fu rilevata dai fotogrammi i quali mostrano in modo molto chiaro le varie fasi del moto (fig. 2).

Soltanto con la locomotiva 3012 tipo 4-6-4 provvista di un forte eccesso di contrappeso si ebbero danni al binario tanto da dover ricambiare 39 rotaie. Le prove dimostrarono, contrariamente a quanto si era supposto, che i cuscinetti a rulli non influiscono sulla velocità alla quale le ruote lasciano le rotaie.

Parallelamente alle prove sperimentali è stata eseguita una ricerca teorica considerando la locomotiva come costituita da due masse (caldaia-telaio e assi montati) separate da un sistema di molle, ed essendo l'insieme sopportato dal binario elastico. Un tale insieme possiede una frequenza propria, e se gli assi ruotano alla velocità corrispondente, si generano oscillazioni forzate. Sebbene tale ipotesi ideale non corrisponda pienamente alla realtà, il metodo di analisi ha fornito interessanti risultati di cui riportiamo i più importanti:

a) quando l'eccesso di contrappeso è forte, la rigidità del binario ha poca influenza sulla velocità alla quale le ruote si sollevano;

FIGG. 3 e 4.

Force on Right Rail, 100 Pounds = Forza agente sulla rotaia destra - migliaia di libbre.
Downward = verso il basso.
Upward = verso l'alto.
Due to overbalance = Dovuta al contrappeso.
Due to steam pressure = Dovuta alla pressione del vapore.
Due to acceleration of Recipr. Weights = Dovuta all'accelerazione delle masse alternative.
Resultant Rail force = Forza risultante agente sul binario.
Crank Angle for Right Wheel = Angolo della manovella.

b) la riduzione dell'eccesso di contrappeso è un fattore molto più importante che non l'aumento della rigidità del binario per permettere maggiori velocità. Ciò però non toglie che un binario più rigido è sempre desiderabile per diminuire le tensioni;

c) una diminuzione di 450 Kg. nel peso non molleggiato degli assi motori con 90-130 Kg. di eccesso di contrappeso permetterebbe di aumentare la velocità critica di 4 ÷ 6 Km/h.

È attualmente abitudine di considerare nei calcoli la massa della testa posteriore della biella principale come ruotante e quella della parte anteriore come un'aliquota del peso alternativo totale. Questa pratica ha durato per molti anni, sebbene fosse riconosciuto che una giusta ripartizione del peso richiederebbe la ricerca del raggio di girazione. La pratica prevalente ritiene che il contrappeso da aggiungere alla ruota sia circa uguale alla metà del peso della biella.

Questa discrepanza fra teoria e pratica introduce un notevole errore nell'equilibramento delle masse, e purtroppo l'errore è in senso sfavorevole ossia in eccesso.

L'incremento dinamico dovuto all'eccesso di contrappeso è la forza variabile normalmente considerata agente sulla rotaia, ma ci sono anche altre due forze che spesso assumono molta importanza sebbene siano quasi sempre trascurate, e cioè: *a)* la spinta data dallo stantuffo, e *b)* l'inerzia delle masse alternative. Tali forze sono state calcolate per le locomotive sperimentate e sono indicate nella fig. 3 mentre la fig. 4 mostra la condizione molto più favorevole che si ha con una riduzione del 50 % dell'eccesso di contrappeso.

Le massime velocità ammissibili senza pregiudizio del binario furono stabilite in base al valore minimo fra:

1) la velocità di slittamento alla quale le ruote cominciano a sollevarsi;

2) la velocità per la quale l'aumento dinamico risulta uguale al 50% del peso statico della ruota;

3) la velocità per la quale la tensione nel binario diventa 21 Kg/mmq.

Per alleggerire le masse alternative e ruotanti si usa l'acciaio Timken e si trattano termicamente tutte le parti.

In conclusione, risulta che molti nuovi problemi sono collegati con le alte velocità delle locomotive. Si ritiene che l'impiego di parti alternative o ruotanti leggere costituisca un vantaggio essenziale, non soltanto per le condizioni di lavoro delle locomotive ma anche per il binario, per i ponti ecc., come è confermato dal comportamento delle numerose locomotive alleggerite attualmente in servizio su varie reti americane. G. ROBERT.

(B. S.) Alcuni elementi secondari nell'elettrificazione ferroviaria (*Engineering*, 12 maggio 1939).

Per riportare nelle sue giuste proporzioni il dilemma se sia conveniente o meno procedere alla elettrificazione delle linee ferroviarie, essendo le due tesi strenuamente difese dai rispettivi fautori, viene riassunta la relazione del sig. England, letta all'Istituto dei Trasporti, il 3 aprile, su: Alcuni elementi secondari nella elettrificazione ferroviaria. Il sig. England fa parte della Southern Railway che gestisce linee ferroviarie passeggeri elettrificate col sistema della terza rotaia a bassa tensione e gli argomenti da lui riferiti possono presentarsi in modo diverso quando cambi il sistema di elettrificazione. Ma la relazione che pone in luce l'entità di questi problemi secondari ha pur sempre grande interesse.

Quando occorra procedere all'elettrificazione di una linea, la Southern fa compiere uno studio accurato per fissare i cambiamenti di binario e di segnalazioni richiesti, la istituzione di nuovi depositi del materiale mobile, l'allungamento dei marciapiedi delle stazioni. L'A. descrive i cambiamenti apportati alla stazione di Ascott che permettono al treno proveniente da Camberley di riunirsi a quello proveniente da Reading e di procedere in convoglio unico, 5 minuti dopo essere entrato in stazione. Per altre stazioni è sufficiente allungare il marciapiede in modo da poter servire i treni più lunghi che ivi si fermano. Ciò può richiedere la ricostruzione di cavalcavia, o di tronchi laterali e lo spostamento dei segnali. Anche gli edifici ferroviari possono esigere rimodernamenti che altrimenti non sarebbero stati necessari.

Altro problema interessante è quello dei depositi. Non potendo questi essere istituiti alle stazioni terminali di Londra, ciò che avrebbe diminuito il percorso di manovra per le composizioni delle ore di punta, si sono stabiliti depositi sul tipo di quello di Streatham Hill che può ricoverare 169 vagoni ed ha gli impianti necessari ad effettuare ripulitura, ispezioni e riparazioni leggere.

Per quanto riguarda l'armamento va provveduto ai circuiti di binario per le segnalazioni nella nebbia, ai dispositivi eventuali di bastone pilota, alla sicurezza del pubblico nei passaggi a livello. Sulla Southern Railway tutti i circuiti di linea a corrente continua hanno dovuto essere cambiati in corrente alternata con tutte le modificazioni di segnali. Risistemati i segnali di linea, introdotti segnali intermedi di blocco, e segnali automatici, sono stati anche ispezionati tutti i circuiti telefonici, istallate tabelle segnalatrici lungo la linea per permettere ai macchinisti di mantenere l'orario con un consumo minimo di energia, aumentati i rifugi dei tunnel, dei ponti e dei viadotti, isolati i tubi del gas e del petrolio. Si è poi provveduto a fornire di istrumenti di lavoro adatti le squadre degli addetti alla linea. — W. TARTARINI.

(B. S.) Impianto di segnalazioni per il transito dei treni sul ponte attraverso la baia di S. Francisco (*Railway Age*, 13 maggio 1939).

Il traffico intenso che si svolge quotidianamente tra Oakland e S. Francisco, dovuto specialmente alle maestranze impiegate nelle industrie di San Francisco, viene smaltito da treni

elettrici, appartenenti a tre compagnie diverse, che nelle ore di punta si susseguono ad intervalli di 63 sec. alla velocità di 56 km/ora.

La linea sul ponte è a doppio binario ed è allacciata verso S. Francisco ad un doppio fascio di binari costituenti la stazione. La disposizione dei binari è ad anello: su uno dei lati dell'anello i binari sono 6 e costituiscono il fascio delle partenze, su quello opposto sono 2 per gli arrivi.

Un binario di disimpegno si stacca dalla linea di corsa all'uscita del ponte, di guisa che, per un breve tratto, la linea è a 3 binari, due per gli arrivi ed uno per le partenze. Il numero dei binari per gli arrivi è due anzichè uno come per la partenza, perchè come si vedrà in seguito, i treni in arrivo devono essere ricevuti su binari diversi a seconda della compagnia cui appartengono.

Dal lato opposto del ponte, verso Oakland la linea è a due binari (arrivi e partenze), che poi si sdoppiano per seguire diverse direzioni.

A questi ultimi binari sono collegati opportuni fasci di ricovero e sosta del materiale.

A causa dei piccoli intervalli di tempo e di spazio fra un treno e l'altro e dell'elevata velocità dei treni, è stata adottata la segnalazione in cabina anzichè quella normale a fianco della linea, affinchè il macchinista possa con maggiore sicurezza e rapidità percepire i segnali che gli vengono trasmessi. Tra le segnalazioni al macchinista hanno grande importanza, per i motivi suddetti, quelle relative alla velocità di marcia che deve essere mantenuta quanto possibile costante, in modo da non alterare sensibilmente i già brevi intervalli di spazio fra un treno e l'altro.

Quando la velocità di un treno supera di un miglio all'ora quella stabilita nelle prescrizioni, si ha nella cabina del locomotore un segnale acustico in seguito al quale il macchinista mette in azione i freni in modo da riportare la velocità del treno al limite prescritto. Se il macchinista non applica in tempo i freni e si ha un ulteriore aumento di velocità, l'azione frenante viene automaticamente applicata e contemporaneamente è soppresso lo sforzo motore.

In altri tipi di locomotive in servizio sulla linea, all'emissione del segnale acustico si ha subito la soppressione dello sforzo motore e il macchinista agisce sui freni. Queste segnalazioni e azioni sono accompagnate da indicazioni luminose su apposito quadro sito presso il posto del macchinista. Le indicazioni di cui sopra sono trasmesse alla cabina per induzione mediante correnti modulate lanciate nelle rotaie in corrispondenza dei diversi circuiti di binario, raccolte e selezionate da relais sulla locomotiva. Le lunghezze dei circuiti di binario sono comprese tra 75 e 150 m., e variano in relazione alla velocità di marcia dei treni, velocità che dipende dalla pendenza e dalla curvatura della linea.

I segnali normali posti lungo la linea hanno lo scopo di indicare al macchinista qual è la via che deve seguire e di fornirgli anche le eventuali indicazioni di fermata, nel qual caso hanno la corrispondente ripetizione in cabina.

I treni appartenenti ai due gruppi di compagnie che esercitano il servizio devono essere ricevuti alla stazione di S. Francisco su binari separati, perciò è indispensabile che l'addetto alla manovra degli scambi conosca in tempo la natura del treno che sta per sopraggiungere.

I treni di un gruppo (Interurban Electric Railway) sono contrassegnati da numeri 1, 2, 3... e quelli dell'altro (Key Sistem e Sacramento Northen Railway) dalle lettere *A*, *B*, *C*....

Quando sta per partire da Oakland, ad esempio il treno *A*, viene premuto sul quadro della stazione il bottone recante la stessa lettera e contemporaneamente si accende la lampada posta al centro del bottone.

Appena il treno parte la lampada suddetta si spegne e si accende quella corrispondente posta sul quadro nella stazione d'arrivo (S. Francisco).

L'addetto alle manovre è quindi in grado di eseguire tutte le operazioni necessarie per ricevere il treno *A* sul binario stabilito.

Il percorso del treno stesso è riprodotto sul quadro luminoso con lo spegnimento di tratti corrispondenti ai circuiti di binario occupati.

La manovra degli scambi e dei segnali sono tutte elettriche e gli itinerari di partenza e di arrivo dei treni vengono predisposti sul quadro azionando appositi pulsanti a chiavette.

Questo sistema permette manovre e segnalazioni rapidissime, come è necessario per la brevità degli intervalli fra i treni e tenendo conto anche di un margine di sicurezza di circa il 25 % dell'intervallo stesso. — Ing. L. LA MAGNA.

(B. S.) L' Agenda Dunod 1939 per le ferrovie.

Come è noto, fra le diverse agende che pubblica la ben nota Casa francese Dunod ve ne è una dedicata alle ferrovie. Nel 1939 se ne è avuta la 58ª edizione, che segnaliamo all'attenzione dei lettori.

La materia è molto vasta; malgrado ciò, in meno di 400 pagine trovano la loro trattazione tutti gli argomenti fondamentali relativi all'impianto ed all'esercizio delle ferrovie: costruzione e manutenzione delle linee, trazione e materiale di trasporto, esercizio tecnico e commerciale, statistica ed economia.

L'editore segnala che quest'edizione « contiene in particolare alcuni studi, quali: La convenzione del 1937 e la creazione della Società Nazionale delle ferrovie francesi. Tabella dei ponti e dimensioni dei tre tipi di rotaie Standard. Prove delle locomotive: metodo a velocità ed a potenza indicata costante. Tabella delle automotrici in servizio al 1° luglio 1938. Tabella rettificata delle dimensioni delle principali carrozze metalliche delle reti francesi; carrozze metalliche alleggerite. Condizionamento dell'aria: equipaggiamento con gruppo frigorifero a compressore ».

Data la vastità della materia, non riesce certo agevole, in un'opera di sintesi a larghissima base come questa, mantenere la giusta proporzione fra le diverse parti, sopratutto fra quelle che si riferiscono a procedimenti e realizzazioni noti e perfezionati da qualche decennio e le parti che invece illustrano progressi più recenti ancora in pieno sviluppo. Così avviene che la locomotiva a vapore, rispetto a quella elettrica ed ai sistemi speciali di trazione, sia trattata molto ampiamente; ma pare comunque che le automotrici a combustibile liquido meriterebbero una trattazione ben più vasta, anche tenuto conto del richiamo fatto nell'indice alfabetico all'edizione del 1929, cioè di dieci anni or sono.

Per quanto riguarda l'armamento, sembrerebbero opportuni maggiori elementi sui raccordi parabolici, e qualche informazione sui metodi moderni per il rilievo e la correzione delle curve, sui notevoli mezzi sperimentali ora disponibili per rilevare rapidamente le condizioni del binario. Come pure non sarebbe fuor di posto un cenno sulle vedute, ormai generalmente accettate, circa la dilatazione termica vincolata delle rotaie e sulle regole che ne conseguono.

In qualche altro capitolo, come in quello della trazione elettrica, è consigliabile un più esatto aggiornamento. Ha infatti uno scarso significato il quadro statistico dell'elettrificazione in Europa che riproduce cifre del 1930 (1), cioè vecchie di nove anni. L'Italia, p. es., vi figura con soli 1.614 chilometri; mentre le sole nostre Ferrovie dello Stato ne hanno oggi oltre 4.800: e se si tiene conto anche delle ferrovie concesse, si arriva complessivamente, per tutte le ferrovie italiane, ad oltre 6.640, cioè ad oltre quattro volte la cifra indicata dall'Agenda Dunod.

I cenni generali sull'elettrificazione dovrebbero pure essere integrati in qualche punto; ad esempio, laddove si confrontano le locomotive elettriche con quelle a vapore. Perchè limitarsi al prezzo riferito al peso e non indicare anche il prezzo riferito alla potenza nei due sistemi, che sembra un dato ben più interessante per l'economia d'esercizio?

Questi ed altri ritocchi potranno essere fatti in occasione della prossima edizione in modo da conservare all'Agenda Dunod quel favore che essa aveva incontrato in passato.

---

(1) Un eguale rilievo fece questa rivista per l'edizione 1938 dell'Agenda Dunod. Vedi fascicolo del marzo 1938, pag. 129.

Ing. NESTORE GIOVENE, *direttore responsabile*

Stabilimento Tipografico Armani di M. Courrier – Roma, via Cesare Fracassini, 60

BIBLIOGRAFIA MENSILE FERROVIARIA

SETTEMBRE 1939-XVII

PERIODICI

LINGUA ITALIANA

Rivista Tecnica delle Ferrovie italiane.

1939 385 . (092
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio,
La morte di Costanzo Ciano, pag. 1, fig. 1.

1939 624
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 2.
M. Morgana. Quadruplicamento del binario tra Roma-Tiburtina e Roma-Mandrione, pag. 17, fig. 22, tav. 1.

1939 625 . 2 . 012 . 851
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 19.
M. Maternini. Considerazioni sul calcolo delle oscillazioni nelle sospensioni dei veicoli ferroviari, pag. 25, fig. 13.

1939 656 . (2+6) . 073
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 44.
A. Mascini. Trasporto delle banane dall'Impero Italiano all'Europa, pag. 16, fig. 17.

1939 625 . 2 . 012 . 22
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 60 (Libri e Riviste).
Ricerca delle lesioni nei fusi degli assi dei veicoli ferroviari, pag. 1 ½, fig. 2.

1939 624 . 15
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 61 (Libri e Riviste).
Un caso originale di guasti alle fondazioni, pag. 1, fig. 2.

1939 625 . 154
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 62 (Libri e Riviste).
Piattaforma a settore girevole di Port-Vendres, pag. 1, fig. 1.

1939 625 . 17
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 63 (Libri e Riviste).
La nuova vettura verifica binari della Compagnia Cheasepeake & Ohio, pag. 2, fig. 3.

1939 621 . 18.
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 65 (Libri e Riviste).
Risultati d'esercizio di un impianto di caldaia a 85 at., pag. 1.

1939 666 . 982
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 66 (Libri e Riviste).
Conglomerato armato con fili di acciaio ad alta resistenza, pag. 2, fig. 5.

1939 313 . 385
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 68 (Libri e Riviste).
Come può essere utilizzata la statistica internazionale delle ferrovie dell'U. I. C., pag. 1 ½.

1939 385 . 113
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 69 (Libri e Riviste).
Costo di esercizio degli autobus per viaggiatori, pag. ½.

1939 621 . 135
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 70 (Libri e Riviste).
Diminuzione delle vibrazioni delle locomotive, pag. 1, fig. 1.

1939 625 . 036
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 71 (Libri e Riviste).
Traiettoria verticale di un asse isolato moventesi su un binario, pag. 2.

L'Elettrotecnica.

1939 621 . 313 . 1
L'elettrotecnica, 25 giugno, pag. 437.
S. B. Toniolo. Prove sui motori a induzione con avvolgimento in alluminio, pag. 2, fig. 5.

1939 621 . 355
L'Elettrotecnica, 10 luglio, pag. 458.
E. Denina. Studio gravimetrico dell'accumulatore a piombo, pag. 10, fig. 7.

L'Ingegnere.

1939 621 . 3 . 017 . 42
L'Ingegnere, luglio, pag. 618.
A. Pernier. Un perfezionamento nel campo delle costruzioni elettromeccaniche: turbo-alternatori raffreddati in idrogeno, pag. 3 ½, fig. 3.

1939 669 . 144
L'Ingegnere, agosto, pag. 698.
G. L. Ravignani. Gli acciai inossidabili al Cromonichelio, pag. 4 ½, fig. 7.

L' Industria Italiana del Cemento.

1939 621 . 315 . 668 . 3
L'Industria Italiana del Cemento, giugno, pagina 168.
A. Gossi. Sul calcolo di stabilità dei pali in cemento armato per linee elettriche, pag. 14, fig. 4.

Le Materie Plastiche

1939 66 . 026
Le Materie Plastiche, maggio-giugno, pag. 134.
G. Gotusso. Una pompa per acidi in materia plastica, pag. 5, fig. 4.

1939 621 . 82
Le Materie Plastiche, maggio-giugno, pag. 139.
Ricerche comparative sui cuscinetti metallici e quelli stampati in resina sintetica, pag. 4, fig. 13.

LINGUA FRANCESE

Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer.

1939 385 . 114 & 656 . 22
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, pag. 687.
Dumas (L.). Moyens utilisés pour l'accélération des trains de voyageurs et dépenses qui en résultent. Cas particulier de l'exploitation par autorails et bilan financier de ce genre d'exploitation. (Question I de la Réunion élargie de la Commission permanente à Bruxelles du 6 au 9 juillet 1939). Rapport spécial, pag. 8.

1939 656 . 2

Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, pag. 697.

DESORGHER (E.). Quel est l'aspect sous lequel, du point de vue de l'intérêt général comme de celui des Réseaux de chemins de fer, doivent être dorénavant envisagés les problèmes de simplification de l'exploitation? (Question II de la Réunion élargie de la Commission permanente à Bruxelles du 6 au 9 juillet 1939). Rapport spécial, pag. 4.

1939 385 . (09.3 (.497 . 2)

Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, pag. 703.

Cinquante années de Chemins de fer de l'Etat Bulgare (1888-1938), pag. 39.

1939 656 . 231 (.493)

Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, pag. 743.

HENNING (R.). La nouvelle politique tarifaire des Chemins de fer belges, pag. 13, fig. 8.

1939 625 . 143 . 2 (.42)

Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, pag. 758.

Reconstitution, dans les conditions modernes, des qualités d'usure des anciens rails en acier, pag. 11.

1939 656 . 257 (.73)

Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, pag. 769.

Enclenchement d'itinéraires sur le Baltimore and Ohio, Chicago Terminal, pag. 5 ½, fig. 4.

1939 625 . 143 . 5 (.73) & 656 . 281 (.73)

Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, pag. 775.

Déraillement sur une plateforme en béton du « Pere Marquette Railroad » causé par la rupture de boulons, pag. 3, fig. 4.

1939 625 . 174 (.73) & 656 . 259 (.73)

Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, pag. 778.

LEROY WYANT. Le chauffage électrique des aiguillages a prouvé, sur le « Rock Island », son utilité dans une violente tempête de neige, pag. 3, fig. 2.

1939 621 . 43

Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, pag. 782.

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE. Diesel locomotives and railcars. (Locomotives et autorails à moteur Diesel), 2e édition, par M. BRIAN REED, pag. 1.

1939 621 . 13 (02 (.43), 621 . 138 . 5 (02 (.43) & 625 . 26 (02 (.43)

Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, pag. 783.

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE. Elsners Taschen-Jahrbuch für den Werkstätten- und Betriebsmaschinendienst der Deutschen Reichsbahn (Agenda Elsner pour le service de la traction et des ateliers de réparation du matériel de la Reichsbahn), 1939, pag. 1.

1939 385 . (09.3 (.497 . 2)

Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, pag. 784.

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE. Cinquante ans de Chemins de fer de l'Etat en Bulgarie (1888-1938), pag. 1.

1939 385 . (09 . 2

Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, pag. 785.

NÉCROLOGIE. Clément Colson, pag. 2.

Revue Générale des Chemins de fer.

1939 621 . 132 . 8 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, pag. 417.

CHAN. Locomotive à chaudière Velox de la S. N. C. F., pag. 17, fig. 17.

1939 625 . 156 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, pag. 434.

VINOT. Un appareil de freinage entièrement automatique pour voies de triage par la gravité, pag. 11, fig. 13.

1939 625 . 143 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, p. 446.

WARNIEZ. La soudure des rails à la Région du Nord de la S.N.C.F., pag. 17, fig. 23.

1939 621 . 138 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, pag. 464.

Informations. — Une machine à essayer les huiles cylindres au laboratoire, pag. 2, fig. 2.

1939 656 . 259

Revue Générale des Chemins de fer, pag. 467.

Les Chemins de fer à l'étranger.

Contrôle automatique des trains sur les Chemins de fer du Reich.

1939 621 . 43

Revue Générale des Chemins de fer, pag. 468.

Les Chemins de fer à l'étranger.

Le développement de la traction Diesel en Norvège.

1939 621 . 431 . 72 . 3

Revue Générale des Chemins de fer, pag. 469.

Les Chemins de fer à l'étranger.

Autorail léger à moteur à essence pour lignes secondaires.

1939 621 . 431 . 72 . 3

Revue Générale des Chemins de fer, pag. 470.

Les Chemins de fer à l'étranger.

Autorails Diesel égyptiens pour le trafic marchandises.

1939 621 . 431 . 72 . 3

Revue Générale des Chemins de fer, pag. 471.

Les Chemins de fer à l'étranger.

Autorails irlandais pour le service de banlieue.

1939 621 . 131

Revue Général des Chemins de fer, pag. 471.

Les Chemins de fer à l'étranger.

Amélioration de la tenue en marche des locomotives par le tampon Franklin.

1939 621 . 134 . 1

Revue Générale des Chemins de fer, pag. 473.

Les Chemins de fer à l'étranger.

Cylindres monoblocs en acier au nickel pour locomotives à vapeur.

1939 621 . 79

Revue Générale des Chemins de fer, pag. 473.

Les Chemins de fer à l'étranger.

Mise en évidence des zones de température par « Thermocolor » sur des éléments de machines.

1939 625 . 245 . 9

Revue Générale des Chemins de fer, pag. 474.

Les Chemins de fer à l'étranger.

Wagon spécial pour faire disparaître l'usure ondulatoire des rails.

1939 625 . 25

Revue Générale de sChemins de fer, pag. 475.

Les Chemins de fer à l'étranger.

Système Rowley de comma de électrique du frein automatique.

1939 625 . 143
Revue Générale des Chemins de fer, pag. 476.
Les Chemins de fer à l'étranger.
Les essais anglais de rails Vignole avec différents dispositifs de fixation.

1939 625 . 172
Revue Générale des Chemins de fer, pag. 477.
Les Chemins de fer à l'étranger.
L'entretien de la voie en Angleterre.

1939 656 . 12
Revue Générale des Chemins de fer, pag. 479.
Les Chemins de fer à l'étranger.
L'autostrade de la Ruhr.

1939 625 . 17
Revue Générale des Chemins de fer, pag. 480.
Les Chemins de fer à l'étranger.
Les ateliers et magasins de la voie à Darlington.

1939 625 . 143
Revue Générale des Chemins de fer, pag. 481.
Les Chemins de fer à l'étranger.
Longs rails soudés.

Traction nouvelle

1939 621 . 431 . 72
Traction nouvelle, maggio-giugno, pag. 82.
CH. TOURNEUR. Les deux locomotives Diesel électriques de 4000 chevaux, pag. 8, con grafici e fig.

1939 621 . 132 . 7
Traction nouvelle, maggio-giugno, pag. 92.
C. MÉTÉNIER. 20 loc. Garratt Société Franco-Belge pour les Colonies françaises, pag. 4, fig 9.

Revue Générale de l'Electricité.

1939 621 . 316 . 9
Revue Générale de l'Electricité, 29 aprile, p. 545.
M. DUCROT. Étude des protections contre les mises à la terre dans les réseaux triphasés, pag. 15, fig. 19.

1939 621 . 33 (.494)
Revue Générale de l'Electricité, 13 maggio, p. 611.
C. BODMER. Le développement en Suisse de la traction électrique à courant monophasé au cours de ces dernières années, pag. 16, fig. 21.

1939 621 . 315
Revue Générale de l'Electricité, 20 maggio, p. 665.
H. JOSSE. De l'influence des conditions atmosphériques sur le fonctionnement des lignes de transmission d'énergie à haute tension, pag. 10, fig. 12.

Bulletin de la Société Française des Electriciens.

1939 621 . 336
Bulletin de la Société Française des Électriciens, maggio, pag. 423.
R. CANDÉ. Appareil de prise de courant (pantographes) pour lignes aériennes de traction électrique, pag. 18, fig. 12.

LINGUA TEDESCA

Elektrotechnische Zeitschrift.

1939 628 . 95 : 621 . 32
Elektrotecnische Zeitschrift, 19 agosto, pag. 953.
A. PAHL. Die Grundlagen der lichttechnischen Durchbildung Von Leuchten, pag. 5, fig. 13.

1939 625 . 62
Elektrotechnische Zeitschrift, 10 agosto, pag. 970.
F. SCHWEND. Die unterpflasterstrecke der Strassenbahn der Stadt der Reichsparteitage-Nürnberg, pag. 1, fig. 3.

1939 620 . 191 : 621 . 33
Elektrotechnische Zeitschrift, 17 agosto, pag. 977.
F. BESIG. Korrosions-Fernwirkung durch Bahnstreustrom, pag. 5, fig. 8.

1939 620 . 19 : 621 . 315 . 1
Elektrotechnische Zeitschrift, 24 agosto, pag 1009.
P. PERLICK. Feuchtigkeitseinwirkungen bei Freileitungen, pag. 5 ½, fig. 6.

Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen.

1939 656 . 2 . 073 (.73)
625 . 244 (. 73)
Zeitung der Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen, 27 aprile, pag. 351.
H. BAUR. Eisenbahnbeförderung leicht verderblicher Lebensmittel in Nord Amerika, pag. 7, fig. 11.

1939 624 . 624
Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen, 11 maggio, pag. 387.
A. ACATOS. Die Berner Linienverlegung der Schweizerischen Bundesbahnen, der Bau der grössten viergleisigen Betonbrücke Europas, pag. 7, fig. 19.

1939 385 (.68)
Zeitung der Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen, 1° giugno, pag. 447.
REMY. Die Verkehrslage in Afrika südlich der Sahara, pag. 10, fig. 1.

LINGUA INGLESE

Mechanical Engineering.

1939 621 : 791
Mechanical Engineering, maggio, pag. 371.
H. TAYLOR. New developments in welding fittings, pag. 3, fig. 9.

1939 536
Mechanical Engineering, maggio, pag. 389.
New specific-heat equations, pag. 1, fig. 1.

The Engineer.

1939 621 . 67
The Engineer, 19 maggio, pag. 615.
J. JENNINGS. Dimensional analysis and the performance of centrifugal pumps and fans, pag. 1 ½.

1939 621 . 132 (.73)
The Engineer, 21 luglio, pag. 63.
Pensylvania Railroad 6500 H.P. locomotive, pag. 2, fig. 6.

1939 621 . 135 . 011
The Engineer, 21 luglio, pag. 81.
The disturbing forces in a locomotive, pag. 2 (continua).

The Railway Gazette

1939 656 . 25
The Railway Gazette, 28 aprile, pag. 689.
Electric lighting for mechanical signals, pagine 1 ½, fig. 1.

1939 625 . 23
The Railway Gazette, 28 aprile, pag. 697.
Light polarising glass for train windows, pag. 1, fig. 2.

1939 621 . 132 (.73)
The Railway Gazette, 28 aprile, pag. 698.
Pensylvania high-speed passenger engine, pagine 1 ½, fig. 1.

1939 621 . 132 . 63 (.73)
The Railway Gazette, 12 maggio, pag. 780.
Modern shunting locomotives in America, pag. 2, fig. 4.

ANNO XXVIII - VOL. LVI - N. 4. RIVISTA MENSILE Roma, 15 ottobre 1939 (Anno XVII)
Abbonamento annuo: Pel Regno L. **72**; per l'Estero (U. P.) L. **120**. Un fascicolo separato rispettivamente L. **7,50** e L. **12,50**
Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani
Quota annuale di associazione L. **36**
Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL
Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani
COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE
FERROVIE DELLO STATO

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA - Via delle Terme di Diocleziano, 90 - Telefono 44-303

SOMMARIO

Spedizione in abbonamento postale

Anno XXVIII - Vol. LVI 15 Ottobre 1939 - Anno XVII - N. 4

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla "Rivista„ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

La nomina dell'Ing. Luigi Velani a Senatore

Questa nomina costituisce l'alto riconoscimento dei meriti che l'Ing. Velani ha conseguito in circa 40 anni di vita ferroviaria.

Negli ultimi 25 anni il Suo lavoro è stato intimamente e direttamente legato alle fortune della Patria, prima con l'opera svolta durante la grande guerra in Zona di Operazioni, in immediato contatto con l'Alto Comando; più tardi, dal 24 ad oggi, per quella suprema azione direttiva nella Azienda — come Vice Direttore, poi come Direttore Generale — che sa saputo ottenere, collaborando fervidamente con i Ministri succedutisi alle «Comunicazioni», la rinascita delle nostre ferrovie nel gran quadro della rinascita nazionale operata dal Fascismo.

Accanto alle cure assidue svolte per perfezionare l'organizzazione dell'Azienda e a vantaggio del personale, dobbiamo ricordare le Sue eminenti doti di tecnico e di studioso dei più ardui problemi di esercizio ferroviario; le Sue realizzazioni, in pieno sviluppo, per trasformare la rete con nuovi grandiosi impianti e nuovi mezzi di trazione. Doti e realizzazioni consacrate in queste pagine, che si onorano di averlo avuto più volte collaboratore e di poterlo contare da molti anni fra i membri del Comitato di Redazione che si interessano con efficace continuità della vita del periodico per renderlo sempre meglio espressione viva e fedele dei progressi della nostra tecnica ferroviaria.

L'entrata dell'Ing. Velani nel Senato del Regno è perciò una festa di famiglia per questa Rivista, che Gli esprime nell'occasione il suo affettuoso compiacimento.

Gli elettrotreni serie ETR 207-214 e il primato mondiale di velocità sul percorso Firenze-Milano

Ingg. CESARE CARLI e SEVERO RISSONE, per incarico del Servizio Materiale e Trazione delle F. S.

(*Vedi Tavv. da V a IX fuori testo*)

Riassunto. — Si descrivono i miglioramenti apportati negli elettrotreni della seconda serie e si illustrano i risultati della corsa di prova del 20 luglio u. s. in cui fu raggiunta la velocità massima di 203 Km/ora.

Il largo favore incontrato nel pubblico dai servizi rapidi istituiti circa 3 anni fa tra Bologna e Napoli con i sei elettrotreni forniti dalla Ditta Breda, in base ai pro-

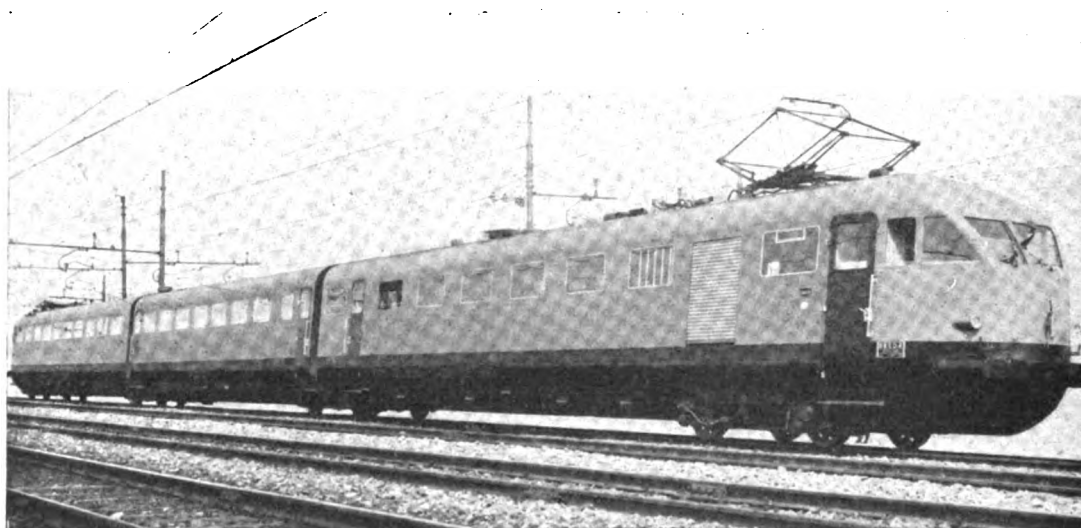



Fig. 1. — Insieme dell'elettrotreno.

getti compilati dall'Ufficio Studi del Servizio Materiale e Trazione delle Ferrovie dello Stato, indussero l'Amministrazione a procedere alla ordinazione alla medesima Ditta di altri 8 elettrotreni, le cui consegne vennero ultimate nel mese di marzo 1939-XVII, e che permisero di estendere il servizio sulle nuove linee recentemente elettrificate Milano-Bologna Roma-Livorno.

I nuovi elettrotreni ETR dal 207 al 214 beneficiano della esperienza fatta su quelli della prima serie per la eliminazione di alcune deficienze costruttive e il raggiungimento di un maggior benessere per il viaggiatore.

Nella presente memoria saranno esposti gli essenziali miglioramenti e modifiche apportati in sede di progetto e costruzione, nonchè quelli in corso di applicazione da parte dei nostri impianti, perchè decisi dopo la consegna dei materiali.

Si deve inoltre accennare al fatto che alcune di dette modifiche sono state estese anche ai 6 elettrotreni di prima fornitura.

Verranno date anche notizie sull'esercizio con tale tipo di materiale ed in particolare sul primato mondiale di velocità ottenuto da un elettrotreno sul percorso Firenze-Milano.

Per quanto riguarda i dati differenziali fra gli elettrotreni di seconda fornitura e quelli di prima fornitura ci riferiamo all'ampia descrizione che di questi ultimi fu fatta su questa Rivista (vedi n. 6 del 15 dicembre 1936-XV).

Dati generali.

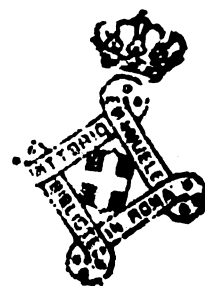
La disposizione generale dei nuovi elettrotreni (v. Tav. VI e fig. 1) differisce da quella dei precedenti per avere riunito in una sola carrozza di testa tutti i servizi ausiliari e cioè: bagagliaio, postale, personale dei vagoni ristorante, cucina, dispensa, ripostigli e armadi vari, consentendo in tal modo una più organica e razionale utilizzazione dello spazio. Le altre due carrozze sono utilizzate quasi esclusivamente per i viaggiatori ed offrono un numero di posti a sedere di 100, anzichè di 94, e cioè 54 nella carrozza di testa e 46 in quella intermedia.

Fig. 2. — Carrozza estrema.

I sedili sono stati resi più comodi (v. fig. 2) potendo assumere con la semplice manovra di una maniglia due posizioni delle quali una orizzontale e l'altra di riposo leggermente inclinata; ne è stata inoltre migliorata la sagoma e l'elasticità con l'impiego di molle « Epeda ».

È stato migliorato l'isolamento termico delle pareti, dell'imperiale e dei finestrini mediante l'uso di doppi vetri di sicurezza.

Si sono inoltre aggiunte, in corrispondenza dei vestiboli, delle porte a battante per isolare una carrozza dall'altra ed evitare le forti correnti d'aria che tendono a formarsi dalla testa alla coda del treno.

La struttura delle casse è restata sostanzialmente invariata, ad eccezione delle travi tubolari con doppia funzione di serbatoio principale del freno e di traverse del telaio delle carrozze 1ª e 3ª, che sono state sostituite con traverse normali, mentre per

il freno sono stati adottati 4 serbatoi principali di tipo normale Westinghouse sistemati nella carrozza dei servizi ausiliari in prossimità del gruppo moto compressore. Questa sistemazione ha da una parte eliminato il pericolo di perdite di aria che facilmente possono prodursi nelle travi tubolari, e d'altra parte ha permesso di risparmiare una condotta lungo il treno ed i relativi tubi flessibili tra le carrozze, mentre il maggior peso è risultato insignificante.

Nella fig. 3 è rappresentato lo schema dell'elettrotreno con la distribuzione dei pesi a vuoto ed in servizio comprese le suppellettili, scorta acqua, viaggiatori e bagagli.

Dal confronto con i dati analoghi per gli elettrotreni dal 201 al 206 (1) risulta un maggior peso a vuoto, per i nuovi, di Kg. 8720, dovuto ai rafforzamenti che è stato necessario apportare ai carrelli, alla maggior potenza dell'impianto Ortofrigor per

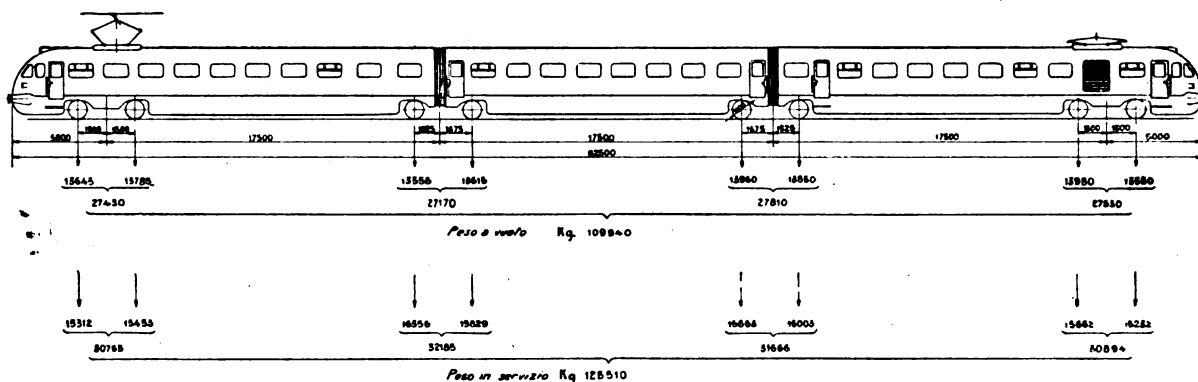



Fig. 3. — Schema della disposizione dei pesi a vuoto e in servizio.

il condizionamento dell'aria, e di quello per il riscaldamento, al più efficace isolamento termico soprattutto nei finestrini a doppio vetro, all'impianto di illuminazione più largamente dimensionato, all'aggiunta di compressori meccanici e ad altri perfezionamenti per la maggiore sicurezza e benessere dei viaggiatori.

I dati generali dei nuovi elettrotreni in buona parte comuni ai vecchi, risultano dal seguente elenco:

Lunghezza fra i respingenti	m.	62.860
Peso totale a vuoto	Kg.	109.940
Peso totale in servizio con viaggiatori e bagagli . .	»	125.510
Peso massimo per asse sui carrelli intermedi . . .	»	16.356
Peso massimo per asse sui carrelli estremi	»	15.662
Percentuale massima di frenatura con l'azione rapida	»	150 %
Percentuale massima di frenatura con la fren. normale	»	110 %
Posti a sedere	N°.	100

Parte elettrica.

Potenza oraria di ciascuno dei sei motori a $\frac{3000}{2}$ Volt	KW.	188
Numero dei giri corrispondente alla potenza oraria .	N°.	903

(1) Il peso a vuoto degli elettrotreni dal 201 al 206 è di Kg. 101.220.

Potenza continuativa a $\frac{3000}{2}$ Volt e 98 ampere . . .	KW.	147
Num. dei giri corrispondenti alla potenza continuativa	N°.	980
Peso di ciascun motore (compresi i supporti dell'albero cavo e i bracci di fissaggio ai carrelli) . . .	Kg.	2750
Velocità corrispondente alla potenza continua con tensione di 3000 Volt a pieno campo e con rapporto di ingranaggi 32/42	Km/ora	141
Portata di aria aspirata al 1' dal moto compressore elettrico	litri	1075
Portata di aria aspirata al 1' da ciascuno dei compressori meccanici	»	330
Potenza di ciascuno dei motori ausiliari a 3000 Volt	KW.	10
Potenza di ciascuno dei motori ausiliari a 110 Volt per ventilatori	»	1,85
Potenza di ciascun gruppo motodinamo a 110 Volt .	»	10
Potenza di ciascuna dinamo a 24 Volt azionata dagli assi	»	3,5

Tensione e capacità delle batterie di accumulatori:
24 Volt, 750 Amp/ora alla scarica in 5 ore.

CARRELLI. (Vedi figg. da 4 a 7 e Tav. IX).

Le modifiche più importanti apportate alla parte meccanica degli elettrotreni sono quelle che riguardano i carrelli, per i quali si presentavano due imperativi: 1) aumentarne la robustezza; 2) migliorare le caratteristiche elastiche della sospensione allo scopo di ottenere una marcia più tranquilla e stabile.

— La prima serie di provvedimenti riguarda: il rafforzamento dei fuselli e delle razze delle sale.

— L'impiego di un acciaio per i cerchioni avente caratteristiche tecnologiche e meccaniche più adatte e cioè dotato, rispetto a quello primitivamente impiegato, di un limite di snervamento quasi doppio, resistenza alla rottura maggiore del 20 %, allungamento quasi uguale, contrazione maggiore del 40 %, resilienza quadrupla, nessuna crettabilità alla tempera.

— La soppressione di molti fori di alleggerimento.

— Il rinforzo dei parasale, delle travi oscillanti, delle fiancate in corrispondenza della sospensione, e dei tiranti del freno.

— L'applicazione sui carrelli intermedi in corrispondenza del vano non occupato dal motore, di un fazzoletto di irrigidimento.

— Per migliorare la sospensione elastica sono state sostituite le molle a balestra longitudinali alle quali è appesa la trave oscillante, con molle di maggiore flessibilità, avendone aumentata la distanza fra i pendini inclinati di sospensione da mm. 1180 a mm. 1950, e ridotto il numero delle foglie da 19 a 14 si è così aumentato il cedimento per tonnellata di carico sul carrello da mm. 3,4 a mm. 8,7. Nei carrelli intermedi, che essendo provvisti di un solo motore hanno la trave oscillante spostata rispetto al piano mediano del carrello di mm. 175, allo scopo di compensare il peso del motore

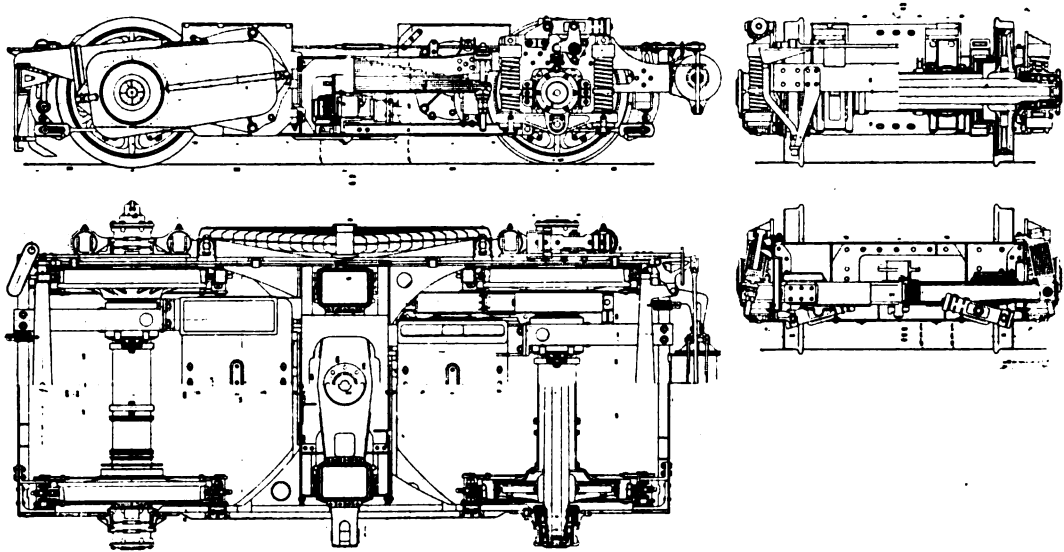



FIG. 5. — Carrello estremo.

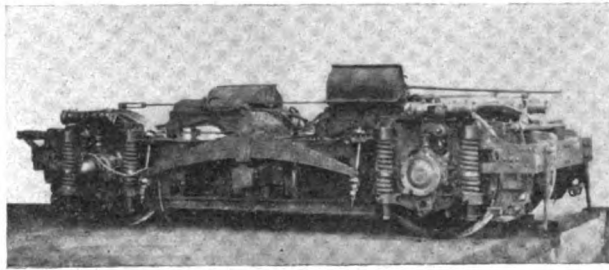



FIG. 4. — Carrello estremo — Vista d'insieme.

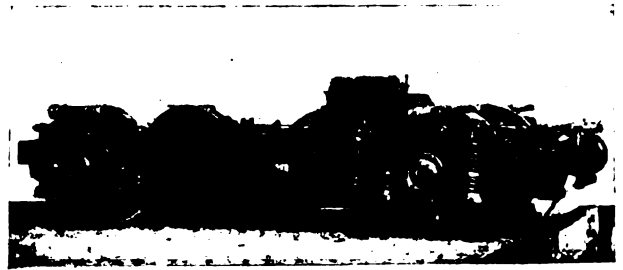



FIG. 6. — Carrello intermedio con molle dissimmetriche.

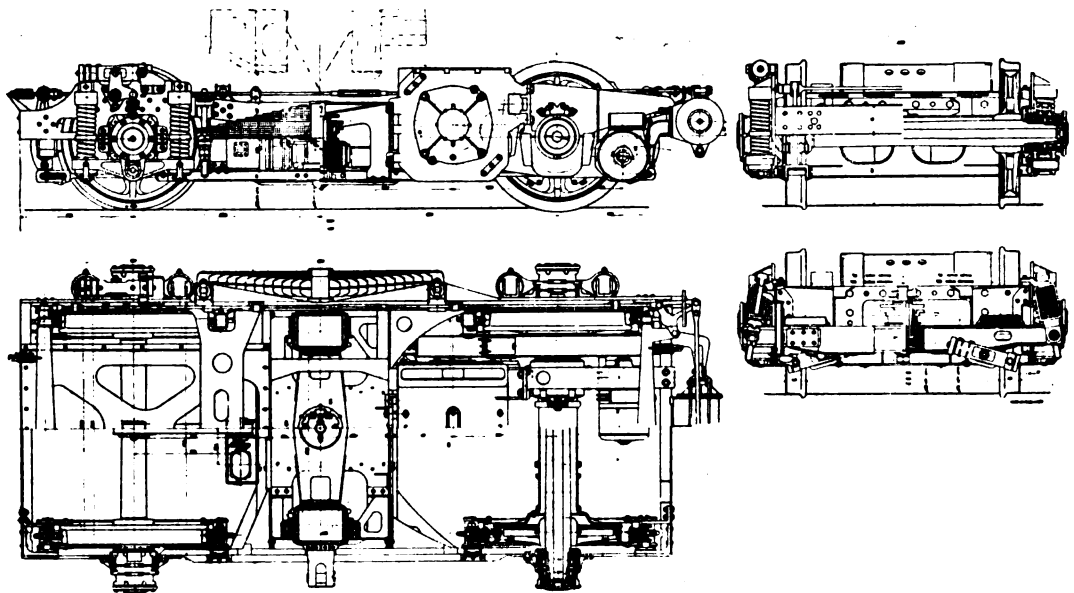



FIG. 7. — Carrello intermedio con molle simmetriche.

singolo, sono state applicate delle molle dissimmetriche munite di staffe articolate con cedimento di mm. 8 per tonn. sul carrello.

La sospensione elastica in corrispondenza delle boccole costituita nei vecchi carrelli da molle a balestra insistenti sulle boccole e da brevi molle a spirale sui pendini è stata radicalmente modificata sopprimendo le balestre e adattando delle molle a spirale che insistono su un bilanciere articolato nella parte inferiore della boccola. Ogni molla è costituita di due molle sovrapposte, la inferiore poggia su un fondello a vite che permette di regolare la sospensione.

Il cedimento di queste molle è di mm. 2,625 per tonn. di carico sul carrello di fronte al cedimento complessivo di mm. 0,625 delle molle a spirale del vecchio carrello, mentre supera di poco il cedimento complessivo del sistema balestra-spirale.

Il vantaggio essenziale delle grandi molle a spirale è di rispondere con maggiore prontezza alle sollecitazioni ad elevata frequenza impresse alle sale dai giunti delle rotaie, alle alte velocità.

Le molle a balestra, a cagione dei forti attriti interni, sono meno adatte ad assorbire con la propria deformazione il lavoro delle forze alternative ad alta frequenza che entrano in giuoco alle forti velocità.

Il cedimento complessivo di tutta la sospensione per tonn. di carico sui carrelli è di mm. 11,325 nei nuovi carrelli estremi e di mm. 10,625 in quelli intermedi con molle disimmetriche, di fronte a mm. 5.725 nei vecchi con le sospensioni originali.

Anche nei vecchi carrelli però sono state migliorate le condizioni con l'applicazione di molle più flessibili che hanno elevato il cedimento totale a mm. 7,825 per tonn. carrello per gli estremi e mm. 7,325 per quelli intermedi, in attesa di procedere al ricambio integrale con carrelli del nuovo tipo.

Allo scopo di frenare le oscillazioni che a certe velocità critiche assumerebbero una intensità fastidiosa per i viaggiatori, sia le casse delle carrozze nel senso trasversale, sia i carrelli sollecitati verticalmente dal martellamento dei giunti, sono stati muniti di smorzatori idraulici a glicerina la cui azione è tanto più energica quanto più elevata è la frequenza delle oscillazioni.

Detti smorzatori, come può rilevarsi dalle figure, sono disposti obliquamenti e collegano le estremità della trave oscillante alle membrature del carrello.

Altri quattro smorzatori disposti orizzontalmente sulle fiancate dei carrelli in corrispondenza delle sale, riuniscono, attraverso un collegamento elastico ed una leva ad angolo, la boccola al telaio del carrello.

Questi smorzatori sono a semplice effetto in modo da non opporsi alle sollecitazioni trasmesse verticalmente dai giunti alle sale, sollecitazioni che imprimono forti accelerazioni a queste e pertanto è utile lasciare assorbire liberamente dal lavoro di deformazione delle molle; l'azione frenante si estrinseca invece nella fase di espansione delle molle allorquando il giunto è sorpassato.

Con questi mezzi si è ottenuto di migliorare notevolmente le condizioni di stabilità di marcia degli elettrotreni anche alle velocità critiche in corrispondenza delle quali si esaltavano le oscillazioni proprie del veicolo.

A comprovare il concreto miglioramento realizzato con la nuova sospensione riproduciamo i diagrammi (Tav. V) ricavati per mezzo del pendolo Hallade collocato in uguale posizione sui treni di 1ª e 2ª serie mentre a velocità praticamente identica (135 ÷ 160 Km/ora) percorrevano uno stesso tratto di linea fra Villa Cadè e Reggio Emilia (rettifilo seguito da alcune curve di raggio ristretto).

Pur non avendo raggiunto la stabilità di marcia quasi assoluta delle migliori carrozze a cassa metallica e di peso ragguardevole, si è ottenuto un miglioramento notevole, che appare dall'esame dei due diagrammi ben manifesto.

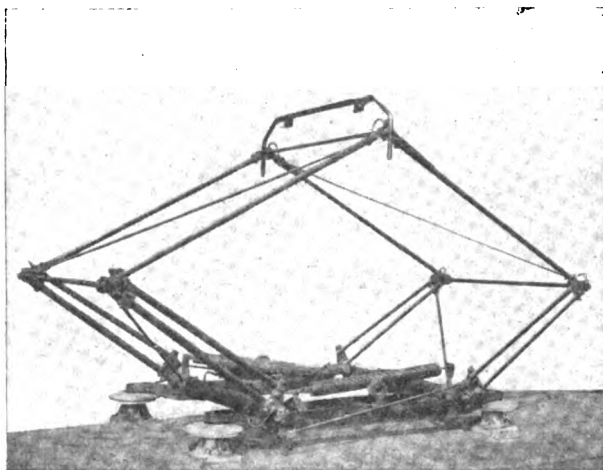
Il peso del carrello estremo, compresi i due motori, è di Kg. 12.730.

Il peso del carrello intermedio, compreso il motore, è di Kg. 9.850.

PRESE DI CORRENTE.

Anche per i pantografi si è osservato che le deformazioni elastiche delle varie membrature, che si determinano sollecitandoli trasversalmente con carichi statici notevoli, stanno sempre in limiti così ristretti da non giustificare alcuni dei casi di fuoruscita dalla linea degli archetti di presa corrente che qualche volta si manifestavano.

FIG. 8. — Pantografo rinforzato.

Evidentemente durante la corsa, per effetto delle oscillazioni della cassa sulla quale il trolley è montato e delle reazioni della linea di contatto, che ha un periodo proprio di oscillazione, anche le varie membrature del pantografo, non esclusa la intelaiatura di base montata sugli isolatori, partecipano a questi movimenti che per effetto di sovrapposizioni dipendenti dal periodo proprio di oscillazione di queste parti possono raggiungere una ampiezza imprevista.

L'irrigidimento del telaio di base, degli assi di rotazione dei telai inferiori del pantografo soggetti a torsione, e delle membrature di questi stessi telai che sono state raddoppiate con tubi di sezione più piccola, hanno ridotto in limiti, che eliminano ogni preoccupazione, le oscillazioni trasversali del pantografo rispetto alla base.

Dalla fig. 8 può rilevarsi l'aspetto del nuovo pantografo rinforzato.

Il peso del pantografo modificato è aumentato da 135 a 170 Kg. Per i trolley di nuova costruzione verrà adottato un telaio di base a scatola che permetterà di ridurre tale aumento di peso a Kg. 164.

SERVIZI AUSILIARI (figg. 9 e 10).

L'equipaggiamento elettrico dei servizi ausiliari differisce notevolmente da quello degli elettrotreni della prima serie.

Esso comprende:

1) Un gruppo motocompressore costituito da un motore a corrente continua a 3000 Volt 10 KW. con eccitazione in serie e da un compressore d'aria della portata di 1075 litri d'aria aspirata al minuto primo.

La riserva è costituita da due compressori meccanici della portata di 330 litri al minuto, azionati per mezzo di cinghia dagli assi dei carrelli intermedi.

2) Due gruppi motogeneratori costituiti ciascuno da 1 motore dello stesso tipo di quello del gruppo motocompressore, accoppiato ad una dinamo da 6 KW a 110 Volt per l'azionamento di 4 ventilatori dell'impianto di condizionamento dell'aria e l'alimentazione delle resistenze scaldavetro dei finestrini delle cabine di manovra.

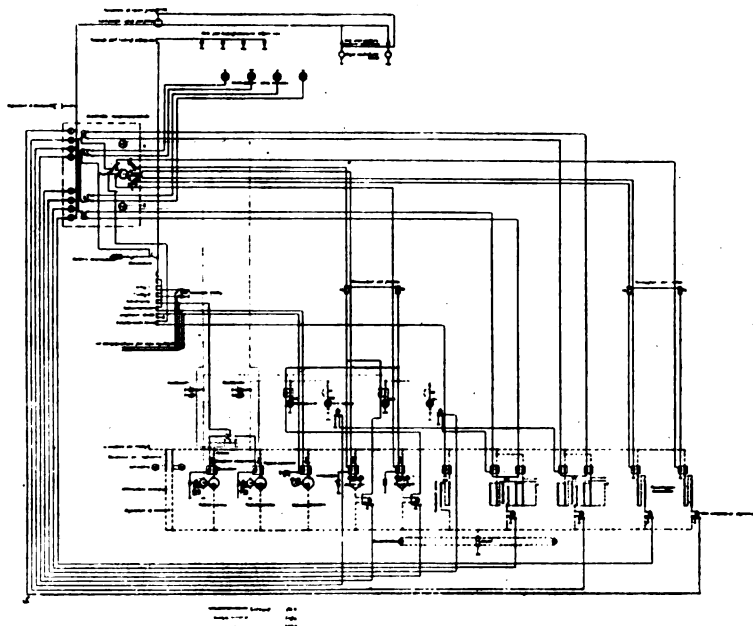



FIG. 9. — Schema dei circuiti dei servizi ausiliari a 24-110-3000 Volt.

Sull'asse delle dinamo è applicato un interruttore centrifugo che provoca la disinserzione del gruppo, quando la velocità aumenta eccessivamente.

Infatti le dinamo a 110 Volt, essendo mosse da motore eccitato in serie, debbono essere sempre caricate per evitare velocità di fuga; a tale scopo i moto ventilatori del condizionamento sono permanentemente inseriti ed un coltello commutatore permette di tenere sotto carico l'uno o l'altro gruppo motodinamo essendosi constatato che in tali condizioni risulta avvantaggiata la stabilità di funzionamento del gruppo.

3) Tre batterie di accumulatori, una per carrozza, in parallelo tra loro, costituite ciascuna da 2 sottobatterie in parallelo di 12 elementi della capacità di 125 amper/ora alla scarica di 5 ore.

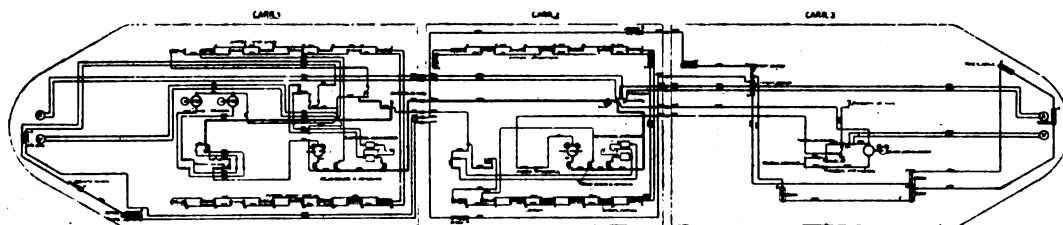



FIG. 10. — Schema della disposizione dei circuiti dei servizi ausiliari a 3000 Volt.

Gli elementi sono contenuti in cassette di sei elementi analoghe a quelle impiegate per la illuminazione delle carrozze.

4) Due dinamo da 3,5 KW a 24 Volt comandate dagli ingranaggi degli assi cavi. Queste dinamo sono eccitate in derivazione e munite di regolatore della tensione, che tende a variare a seconda della velocità dell'elettrotreno e del carico inserito.

Questo regolatore è indipendente da quello che regola la tensione del circuito di illuminazione. Le dinamo, connesse alla batteria di accumulatori, alimentano i quattro aspiratori d'aria viziata, il circuito di comando, i relais di lubrificazione degli alberi cavi, i circuiti di illuminazione, i relais degli scaricatori automatici del freno.

Per il comando dei servizi ausiliari, il macchinista ha a sua disposizione una cassetta con pulsanti la cui manovra è possibile quando è introdotta nella serratura la chiave di blocco. Il primo pulsante, che serve a dare una tensione al circuito di comando, non è però bloccato allo scopo di permettere al macchinista di provare i comandi delle varie apparecchiature in condizioni di accessibilità.

Gli altri pulsanti servono per il riassetto dei relais di massima, trolley 1 e 2, motodinamo, motocompressore, compressore a comando diretto, riscaldamento servizi (v. fig. 11).

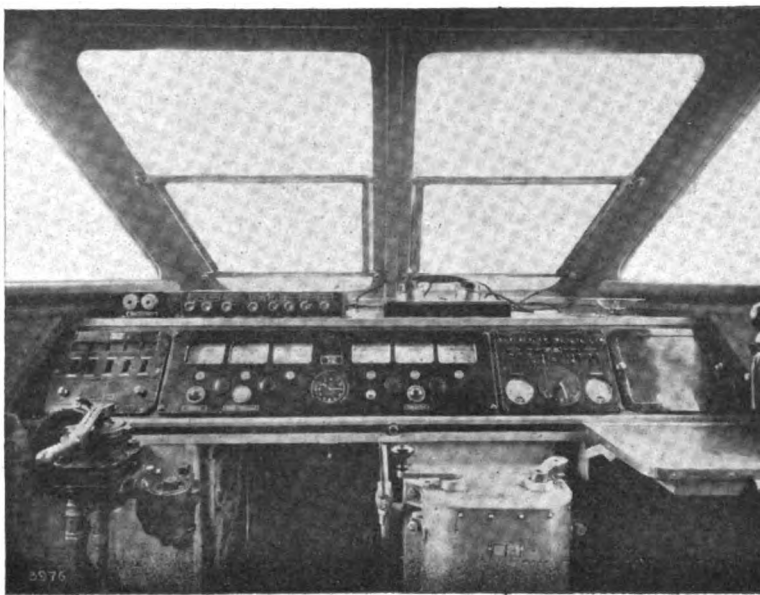



FIG. 11. — Cabina di comando.

Per la sicurezza del personale le cose sono disposte in modo che una volta introdotta la chiave di blocco nella serratura delle cassette dei comandi e girata in modo da sbloccare i vari pulsanti, la chiave non è più estraibile; in tal modo si rende impossibile qualsiasi manovra da un altro banco.

Inoltre la stessa chiave serve a rendere estraibili dalla loro sede le maniglie che occorrono per aprire gli sportelli che rendono accessibili le varie apparecchiature ad alta tensione nella carenatura. A questi dispositivi di sicurezza (Tav. IX) è stata aggiunta una manovella annessa alla cassetta delle maniglie che, dopo aver introdotta la chiave di blocco, è necessario girare in basso per poter liberare queste ultime.

La manovra di abbassamento della maniglia provoca la chiusura di un coltello che mette a terra il circuito che va ai pantografi, garantendo così in modo assoluto la sicurezza anche se i pantografi per un inceppamento meccanico non avessero obbedito al comando di abbassamento dato con i pulsanti.

CIRCUITI DI ILLUMINAZIONE. (V. Tav. VII).

La illuminazione degli elettrotreni di 2ª serie è stata disposta con maggiore ricchezza e intensità e in modo da ottenere una diffusione più uniforme. Come si è già accennato, le due dinamo a 24 Volt hanno ciascuna un proprio regolatore di tensione ed alimentano due circuiti luce separati provvisti a loro volta di due regolatori di tensione indipendenti da quelli delle dinamo.

In concreto, sui treni di nuova serie, si sono misurate all'altezza dei tavolini intensità di illuminazione più che doppie di quella che si ha nei treni di 1ª serie e nelle carrozze ordinarie.

Nella Tav. VII riportiamo i valori misurati in corrispondenza a diversi tavolini: si noti la uniformità di illuminazione per i treni di 2ª serie che hanno il dif-

fusore continuo per tutta la lunghezza della carrozza in confronto ai treni di 1ª serie nei quali la illuminazione varia, come è logico, a secondo della posizione rispetto ai diffusori di luce.

MODIFICHE AI CIRCUITI DI TRAZIONE E DI COMANDO E BLOCCO.

Gli schemi dei circuiti di Trazione, di comando e di blocco, come può rilevarsi dalla Tav. IX, non hanno subìto notevoli variazioni.

Le modifiche in corso di effettuazione sugli elettrotreni di seconda fornitura e che verranno estese anche a quelli di prima fornitura, riguardano una più efficace protezione del circuito di trazione in caso di disinserzione automatica per funzionamento dei relais di massima ed inoltre l'applicazione dello indebolimento di campo ai motori nella proporzione di circa il 40 % nelle inserzioni di serie e serie parallelo per poter disporre di una più ampia gamma di velocità, e l'aumento del valore dell'accelerazione negli avviamenti in corrispondenza delle inserzioni di serie e di serie-parallelo dei motori.

La maggiore protezione del circuito di trazione si è ottenuta invertendo l'ordine delle resistenze del primo ponte in modo da allontanare i gruppi di resistenze e i relativi contattori più sollecitati e che vengono reinserite per prime nel circuito, dai contattori di linea A_1 A_2 che nel caso di corti circuiti a monte del contattore 9 sono chiamati a interrompere la corrente.

Inoltre sul detto ponte di resistenze è stata frazionata la resistenza di 13 ohm in due sezioni di 5,8 e di 7,2 ohm con relativi contattori.

Con opportuna modifica del circuito di comando e di blocco si è anche disposto in modo che nel caso di disinserzione automatica dovuta a sovraccarico i primi contattori ad aprirsi sieno l'8 e l'A_3 con conseguente inserzione di entrambe i ponti di resistenze in serie, anzichè di uno solo.

Tale condizione è realizzata con l'aggiunta dei contatti di blocco 8 Ap., 8 Ch. che servono a subordinare l'apertura delle resistenze 1, 1a, 3, 4, 5, 6 all'apertura dell'8 e dei contatti 7 Ch., 7 Ap., il primo dei quali garantisce la immediata apertura del contattore A_3 in seguito all'apertura del relais ausiliario.

Per lo indebolimento di campo dei motori sono stati introdotti nello schema di trazione gli otto contattori 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 con i quali si può escludere una parte delle spire di eccitazione delle bobine di campo.

Un pulsante permette di alimentare i relais dei contattori 24, 25, 26, 27 che parzializzano i campi. Un contatto di blocco sul contattore 6 garantisce che l'alimentazione dei quattro contatti suddetti possa avvenire solamente quando tutte le resistenze sono escluse mentre un'altro contatto sul contattore 27 garantisce per la posizione di chiusura di quest'ultimo la disalimentazione ed apertura dei contattori 20, 21, 22, 23.

Un altro contatto di blocco dello stesso contattore 27 serve a garantire la chiusura dei contattori 20, 21, 22, 23 quando i motori funzionano a pieno campo.

Per mantenere la chiusura dei contattori 24, 25, 26, 27 quando viene abbandonato il pulsante, un contatto ausiliario sul contattore 23 mantiene, per la posizione di apertura di questo, la continuità dell'alimentazione di detti contattori dal banco di manovra.

L'aumento del valore dell'accelerazione, limitatamente ad alcuni stadi di avviamento nelle inserzioni di serie e serie-parallelo, non è a volontà del guidatore, ma determinata da contatti disposti alla estremità inferiore del tamburo mobile del regolatore di avviamento, che dànno in determinate posizioni, corrispondenti alle inserzioni sopra citate, l'alimentazione a 24 Volt, attraverso una resistenza addizionale di 55 ohm, ad una bobina in serie con la bobina voltmetrica del relais di accelerazione Ra_1 ed avvolta in senso contrario in modo da esercitare un aazione antagonistica permettendo un maggiore richiamo di corrente da parte dei motori.

IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO

L'impianto di condizionamento dell'aria negli elettrotreni di 2ª fornitura differisce alquanto da quello dei primi elettrotreni, sia come tipo, sia come potenzialità. Anche l'isolamento termico delle carrozze, compresa quella dei servizi ausiliari, è stato notevolmente migliorato con l'impiego di doppi vetri nei finestrini e di isolanti termici estesi al cielo ed alle pareti laterali mentre nei primi treni nessun isolante era stato applicato alle pareti laterali.

Questo migliore isolamento è stato studiato nell'intento di contribuire altresì ad assicurare nell'ambiente viaggiatori una attenuazione della rumorosità; allo scopo quindi di assicurare quel notevole maggior senso di benessere che giustamente viene posto dai vari costruttori e progettisti in primissimo piano per i veicoli destinati a servizi di lusso.

Anche sotto questo punto di vista il progresso conseguito passando dai treni di 1ª serie a quelli di 2ª, è veramente notevole. Gli oscillogrammi (Tav. V) che riportiamo denotano che mentre la rumorosità di un treno di 1ª serie alla velocità di 140 Km/ora è praticamente di poco inferiore a quella che si ha in una carrozza gr. 52.000 che con finestrini chiusi corre alla velocità di 120 Km/ora, quella di un treno di 2ª serie ancora alla velocità di 140 Km/ora è invece spiccatamente inferiore.

L'impianto di *riscaldamento* che funziona con corrente derivata dalla linea di alimentazione a 3000 Volt differisce essenzialmente pel fatto che il riscaldamento centralizzato dell'aria di ventilazione è stato ridotto a soli 12 KW. per carrozza con la possibilità di regolazione non automatica a 6 e 3 KW. Tale riscaldamento ottenuto con batterie di resistenze elettriche corazzate poste nella carenatura delle carrozze ha essenzialmente lo scopo di introdurre nelle carrozze aria di ventilazione che non produca spiacevoli sensazioni di freddo.

Il riscaldamento propriamente detto è ottenuto con scaldiglie di resistenze corazzate alimentate parimenti a 3000 Volt disposte sotto i sedili con una potenza di 9 KW. per carrozza.

La regolazione della temperatura nell'ambiente occupato dai vaggiatori è ottenuto mediante termostati molto sensibili che determinano entro scarti minimi di temperatura (circa 1 grado) la chiusura o l'apertura dei contattori che alimentano i circuiti delle scaldiglie.

La potenza riscaldante è di circa 21 KW per carrozza equivalenti a 18.000 calorie ora. Sufficienti per ottenere una temperatura di 20° con un ricambio di aria di 30 m³/ora per persona anche negli inverni più rigidi.

L'aver ripartito il riscaldamento dell'ambiente in tanti piccoli centri di irradiazione posti sotto ai sedili ha eliminato completamente l'inconveniente delle correnti

di aria fredda negli strati più prossimi al pavimento, spesso lamentate nei primi elettrotreni.

* * *

Per quanto riguarda la *refrigerazione,* che rappresenta il problema più delicato, la maggiore efficienza del nuovo impianto è stata ottenuta con l'elevamento da 30.000 a 36.000 frigorie della potenza refrigerante, ma soprattutto col concentramento su due sole carrozze di detta potenza, ottenendo così 18.000 frigorie/ora per carrozza in luogo delle 10.000 degli elettrotreni dal 201 al 206.

Tale potenza è sufficiente per mantenere nell'interno delle carrozze una temperatura inferiore a quella esterna di circa 8° con un ricambio di aria di 30 m³/ora per persona

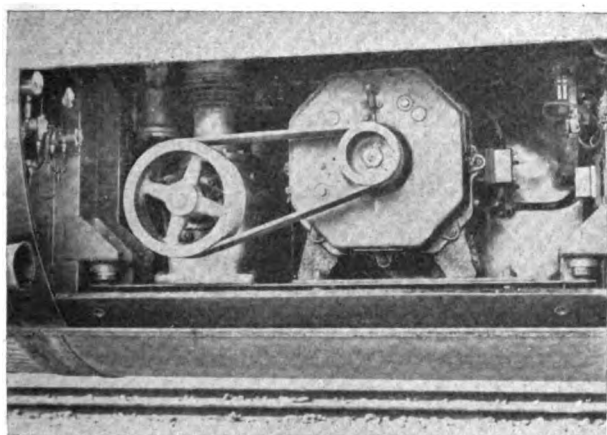



FIG. 12. — Gruppo moto-compressore del condizionamento ortofrigor.

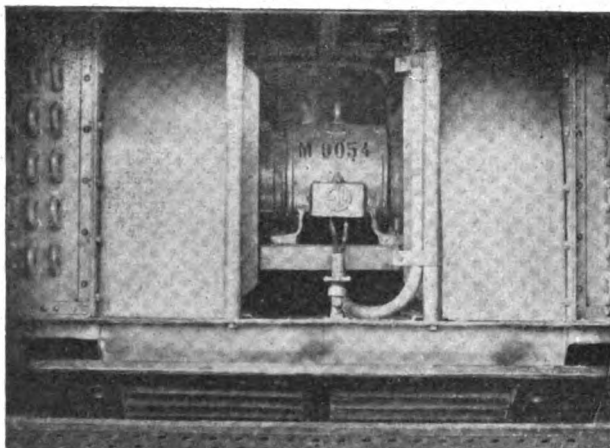



FIG. 13. — Condensatore.

L'impianto di refrigerazione fornito dalla Ditta Dall'Orto funziona con cloruro di metile, anzichè con gas freon di difficile approvvigionamento usato sui vecchi elettrotreni.

Esso consta per ciascuna delle due carrozze adibite al servizio dei viaggiatori delle seguenti parti:

1) Un compressore del cloruro di metile (v. fig. 12) della potenza di 18.000 frigorie/ora misurata alla temperatura di 0° all'evaporazione ed a 45° alla condensazione, azionato da un motore a 3000 Volt potenza 10 KW analogo a quelli usati sui locomotori per i servizi ausiliari.

2) Un gruppo condensatore per assorbire le calorie di compressione del cloruro di metile costituito da due elementi condensatori in serie, raffreddati ad aria da un doppio ventilatore centrifugo della portata di 10.000 m³/ora azionato da motore elettrico a corrente continua a 110 V. potenza KW 1,85 (v. fig. 13).

3) Un serbatoio di acciaio zincato per il cloruro di metile liquido.

4) Un evaporatore costituito da una batteria per il raffreddamento ed essicazione dell'aria in tubo di rame con alette e stagnato. L'aria viene forzata a circolare attraverso l'evaporatore da un ventilatore a doppia aspirazione della portata di 400 mc/ora alla pressione di 75 mm. azionato da motore a corrente continua da 110 Volt KW 1,85 (v. fig. 14).

Appositi dispositivi di sicurezza garantiscono dagli inconvenienti che potrebbero derivare ai diversi apparecchi destinati a funzionare senza sorveglianza. In serie con la bobina a bassa tensione del contattore che comanda il motore del compressore è inserito un pressostato che disinserisce il motore quando la pressione del fluido diventa superiore o o inferiore a quella stabilita per un regolare funzionamento.

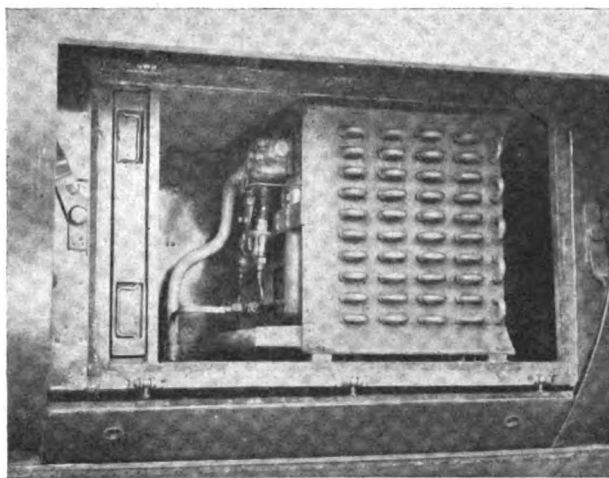



FIG. 14. — Refrigerante (evaporatore).

La regolazione della temperatura nell'ambiente da condizionare è ottenuta mediante termostati che comandano la chiusura di valvole a solenoide che intercettano la immissione del fluido frigorifero quando la temperatura è scesa ad un determinato valore.

I vari apparecchi dell'impianto di refrigerazione suelencati sono allogati nella carenatura delle carrozze e accessibili aprendo gli sportelli, che in questi elettrotreni sono stati resi scorrevoli sulla superficie interna della porzione di carenatura sottostante al fine di non ingombrare la sagoma limite nella posizione di apertura.

* * *

Lo schema generale dell'impianto di condizionamento di una carrozza è rappresentato nella Tav. IX.

L'aria viene aspirata dal ventilatore 15 attraverso le bocche 12 di ricircolazione che si aprono sul pavimento della carrozza e la bocca 10 che aspira aria dall'esterno, passa attraverso un filtro 13, la batteria di raffreddamento (evaporatore) 7, la batteria di resistenze corazzate 14 e viene poi avviata per il canale 16 alle bocche 17 poste sul cielo della carrozza che la immettono attraverso un deflettore a tegolo nell'ambiente occupato dai viaggiatori. Il deflettore a tegolo ha lo scopo di evitare che le correnti di aria investano direttamente i viaggiatori.

Sul cielo di ogni carrozza vi sono inoltre due aspiratori di aria viziata costituiti da ventilatori da 1500 m³/ora mossi da motori alimentati a 24 Volt.

Le bocche di ricircolazione 12 sono provviste di portelle regolabili dal personale di servizio, quelle di immissione 17 hanno portelle accessibili anche ai viaggiatori.

La portata dei ventilatori (v. fig. 16), che è notevolissima raggiungendo gli 80 mc/ora per persona, può essere limitata durante l'inverno riducendo la velocità del ventilatore con la inserzione di resistenze addizionali

Il miglioramento conseguito per l'impianto di raffreddamento fra i treni di 1ª e 2ª serie è stato esso pure spiccato.

L'esperienza fatta nell'estate decorso permette anzi di affermare che con i treni di 2ª serie si sono avute soltanto lagnanze per temperatura giudicata da taluni soverchiamente fresca.

Riportiamo, anche per questo riguardo, due diagrammi (fig. 15) ricavati per mezzo di termometro registratore collocato su treni di 1ª e 2ª serie negli ambienti viaggiatori, pressapoco ugualmente affollati in due giornate estive, soleggiate e con temperatura esterna praticamente identica (variabile da un massimo di 32° a un minimo di 25°).

Nel treno di 2ª serie la temperatura ambiente si è praticamente mantenuta costantemente al disotto dei 24° con uno scarto in meno rispetto al treno di 1ª serie di circa 4°.

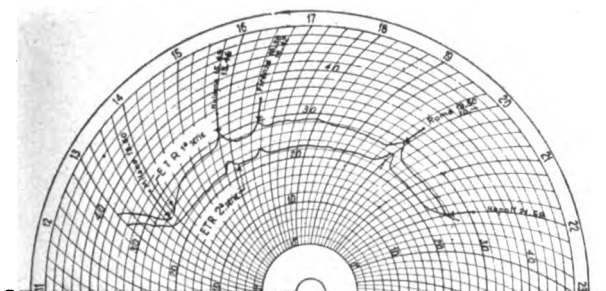
Nelle Tavv. VII e VIII sono indicati la disposizione generale delle apparecchiature nelle carenatura e lo schema delle condutture pneumatiche.

Diagrammi di temperature rilevati su elettrotreni di 1ª e 2ª serie con i treni R 525 dei giorni 7 ed 8 Agosto 1939

FIG. 15.

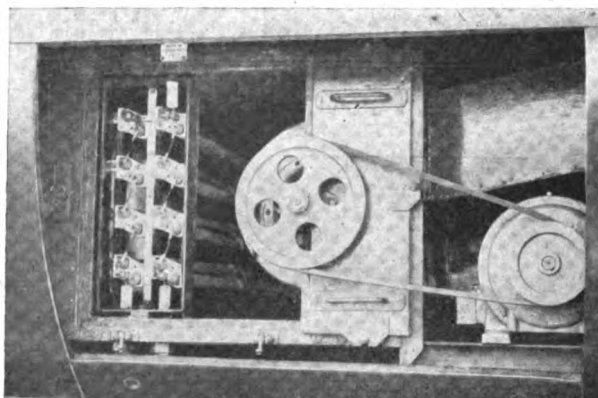



FIG. 16. — Gruppo condizionamento aria-Radiatori.

ESERCIZIO

Con la entrata in servizio sulla Bologna-Napoli dei primi 6 elettrotreni, avvenuta il 22 maggio 1937-XV, la nostra rete si è allineata con le principali reti europee aventi comunicazioni a velocità superiore ai 110 Km/ora.

Il favore del pubblico per questi nuovi treni veloci fu subito palese tanto che fu ben presto necessario considerare la possibilità e la convenienza di accoppiare in taluni giorni e su parte del percorso (Da Roma a Bologna) due treni. Ciò è stato realizzato e si attua ormai regolarmente senza che sia risultato necessario adottare accorgimenti particolari e senza che alcuna reazione molesta si manifesti fra i due treni entrambi attivi, fra di loro congiunti e senza che sia emersa la necessità di imporre limitazione veruna.

Elettrificata nell'ottobre 1938-XVI anche la Bologna-Milano, la comunicazione con elettrotreni, già limitata al percorso Napoli-Bologna, venne prolungata fino a Milano. Per poter conseguire le più alte velocità anche sulla Torino-Roma, si è attivata dopo la elettrificazione della Roma-Viareggio, e cioè dal 15 novembre 1938-XVII, una comunicazione rapida con elettrotreni da Roma a Liverno e proseguimento verso e da Torino con automotrici a combustione.

Dal primo gennaio di quest'anno una nuova coppia di elettrotreni è stata istituita sulla Milano-Roma; dal primo febbraio se ne è istituita una seconda sulla Roma-Livorno ed infine dal 15 maggio se ne è aggiunta pure una seconda sulla Roma-Napoli.

Siamo così passati dai 1246 Km. giornalieri di elettrotreno del periodo 22 maggio 1937-XV al 12 novembre 1938-XVII a ben 4632 Km., pari a 1.690.680 Km. annui senza

tener conto dei servizi extra (treni doppi e corse speciali). Poichè una siffatta percorrenza deve essere assicurata con soli 13 treni essendo il 14° all'Esposizione di New York, vuol dire che ogni treno durante l'anno dovrà svolgere una percorrenza minima di 130.000 Km., cifra che pure essendo già buona, trattandosi di materiale che assolve servizi velocissimi ed ha quindi notevoli esigenze di manutenzione, già si può intravedere essere suscettibile di aumento.

La velocità media commerciale adottata, dopo compiuto naturalmente un congruo periodo sperimentale per educare il personale di condotta alle maggiori velocità, fu fin dall'inizio alquanto elevata rispetto alle medie consuete dei treni ordinari. Tali medie risultano dalla tabella seguente:

Percorso	Distanza in Km.	Tempo in ore e minuti	Velocità media commerciale	*Osservazioni*
Napoli Mergellina-Roma	210	1h 48′	116,7	(1) Con 3 fermate intermedie per complessivi 15'. — La velocità media di corsa per l'intero percorso di 842 Km. risulta di 109 Km/ora. Essa rappresenta la più rapida comunicazione sul più lungo percorso a trazione elettrica in Europa.
Roma-Firenze	316	3h 07′	101,3	
Firenze-Bologna	97	0h 51′	114,–	
Bologna-Milano	219	1h 53′	116,2	
Napoli Mergellina-Milano	842	7h 59′	105,4 (1)	
Roma-Livorno...............	316	3h 01′	104,8	

In pratica è risultato che nonostante la accidentalità del percorso comprendente sulla Milano-Bologna numerose grandi stazioni in corrispondenza delle quali deve naturalmente essere ridotta la velocità di corsa, ad onta della pendenza saltuaria dal 10 al 12 ‰ che si riscontra su tutta la Bologna-Napoli ed ancora della presenza su buona parte della Bologna-Roma di numerose curve di raggio più o meno ristretto (400 ÷ 800 metri), le velocità medie anzi indicate vengono quotidianamente di molto superate venendo ricuperati con facilità le perdite di tempo dovute a ritardi per cause varie di trazione, movimento e rallentamenti per lavori lungo la via.

Tenuto conto di questa esperienza è stato deciso che col prossimo orario le velocità medie commerciali siano aumentate in misura apprezzabile come risulta dal seguente prospetto:

Percorso	Distanza in Km.	Tempo in ore e minuti	Velocità media commerciale	*Osservazioni*
Napoli Mergellina-Roma	210	1h 42′	123,5	(1) Le 3 fermate intermedie di Bologna–Firenze–Roma verranno ridotte a 11' soli e così la velocità media di corsa per l'intero percorso di 842 Km. risulterà di 116,1 Km/ora.
Roma-Firenze	316	3h —	105,5	
Firenze-Bologna	97	0h 48′	121,-	
Bologna-Milano	219	1h 45′	125,–	
Napoli Mergellina-Milano	842	7h 26′	113,3 (1)	
Roma-Livorno...............	316	2h 55′	107,5	

La nostra rete verrà così ad avere quotidianamente ben 2104 Km. giornalieri di treni impostati a velocità compresa fra i 121 ed i 125 Km/ora di velocità commerciale.

Soltanto la Germania (prima dell'attuale conflitto) poteva vantare comunicazioni di poco più veloci e con una percorrenza giornaliera complessiva più elevata.

Inconvenienti di esercizio

A tutto luglio u. s. con i vari treni si sono totalizzati Km. 1.960.661 con un complessivo di 13 riserve, pari a 0,66/100.000 Km. di percorrenza. Questo numero non sfigura affatto in confronto alle cifre medie delle locomotive a corrente continua 3000 Volt (per l'esercizio 1938-39 si sono infatti avute per le locomotive a corrente continua 3000 Volt 0,60 riserve per 100.000 Km.).

Non va taciuto che dei 13 inconvenienti 4 sono conseguenza diretta o indiretta di imperfezioni ai trolley od alle linee di contatto.

I miglioramenti costruttivi di recente decisi dopo concreti risultati sperimentali per i trolley, l'abbassamento pure deciso delle linee di contatto a 5 metri che gradualmente si andrà realizzando, contribuiranno a dare maggiori garanzie sotto questo riguardo. Di più sarà applicato su ogni elettrotreno un terzo trolley in guisa da assicurare nella peggiore delle ipotesi una riserva.

Prove ad altissima velocita'

Già con i treni di prima serie furono compiute numerose prove allo scopo di saggiare le possibilità del materiale e delle linee e trarne le debite conseguenze al fine di prepararci per l'avvenire vista la spiccata tendenza generale ad arrivare abbastanza presto, e non solo a titolo di record, a velocità dell'ordine di 200 Km/ora. Fu così che già il 6 dicembre 1937-XVI fu compiuta, a conclusione di una prima serie di prove, una corsa dimostrativa sulla Roma-Napoli presenti numerosi tecnici ferroviari e costruttori francesi, raggiungendo sul lungo rettifilo in discesa costante del 6 ‰ fra Campoleone e Cisterna la velocità massima istantanea di 201 Km/ora.

Più tardi, il 27 luglio 1938-XVI, presente S. E. il Ministro delle Comunicazioni e numerosi invitati (tecnici e giornalisti italiani ed esteri) fu compiuta ancora con un treno di prima serie una seconda prova ufficiale dimostrativa della possibilità degli elettrotreni di assicurare, volendo, velocità commerciali sensibilmente più elevate di quelle previste dagli orari in vigore. Il percorso di Km. 213,92 della Roma-Napoli Centrale fu così compiuto in soli 83' alla velocità media di 154,5 Km/ora.

Entrati successivamente in servizio i nuovi treni e completata la loro messa a punto, introducendo le migliorie più sopra descritte, furono iniziate nuove prove sulla Firenze-Milano con l'intendimento di vagliare la possibilità di ottenere medie commerciali ancora migliori nonostante la maggiore lunghezza del percorso comprendente un valico appenninico abbastanza lungo con rampa di accesso avente curve frequentissime di 600 m. di raggio, frequenti gallerie fra cui una lunghissima (Km. 18,650) per oltre metà in salita del 5,77 ‰ ed una prolungata discesa del 12 ‰ con curve di 800 metri di raggio. Del resto anche il percorso indubbiamente favorevole, dati i lunghi rettifili e le poche curve di raggio ristretto, compreso fra Bologna e Milano non può considerarsi ideale ai fini del raggiungimento di velocità elevatissime causa il numero rilevante di stazioni (fra le quali alcune assai grandi) da attraversare.

Durante le prove preliminari compiute sul nuovo percorso fu accertato:

1) La possibilità di forzare alquanto la velocità in corrispondenza alle numerose curve esistenti nel tratto più accidentato del percorso (da Firenze a Bologna) e la opportunità di fissare a seconda del raggio delle curve distinte limitazioni di velocità; di lasciare cioè la facoltà al macchinista di raggiungere le più alte velocità possibili e tollerabili; marcia quindi praticamente con profilo e planimetria alla mano o perfettamente conosciuti. Il limite di velocità che fu riscontrato ancora tollerabile in curva corrisponde al valore:

$$V = 5{,}5 \sqrt{R} \quad (R = \text{raggio della curva in metri}).$$

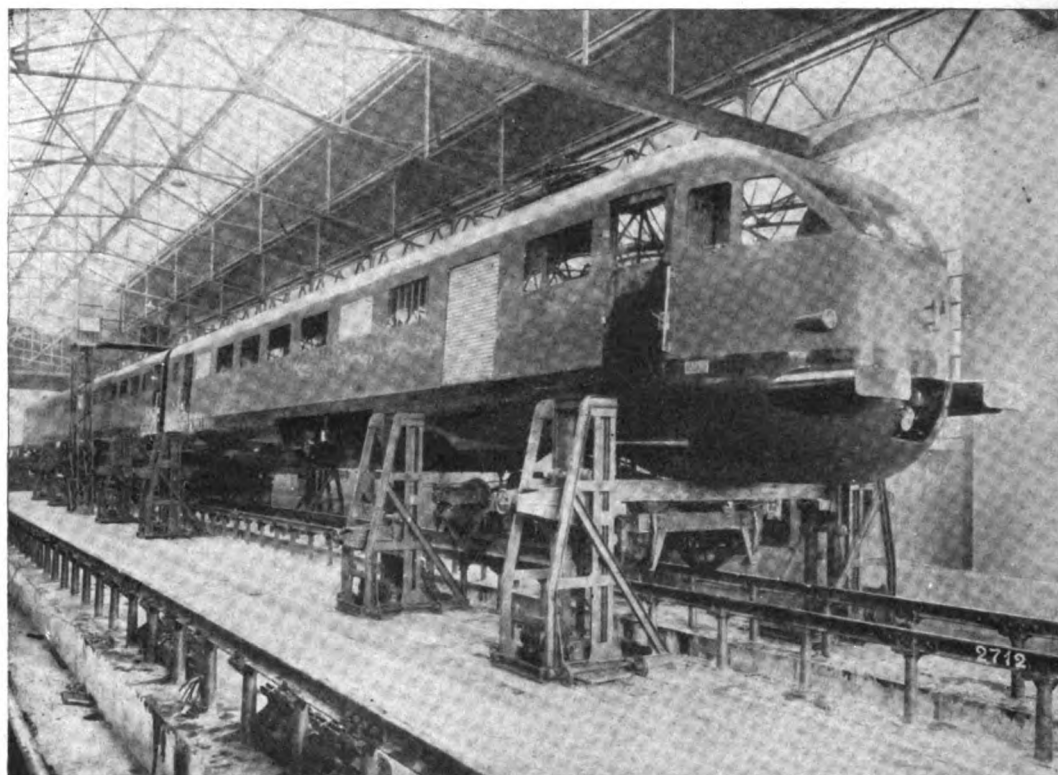



Fig. 17. — Rimessa elettrotreno a cavalletto di rialzo.

Si può soggiungere senz'altro che data la accurata correzione delle varie curve nella corsa ufficiale che si è poi compiuta durante la quale i numerosi invitati consumarono la colazione, fu constatato che di massima il valore limite anzidetto può considerarsi tollerabile.

2) La necessità di avere garantito un regime di alimentazione particolarmente buono: non inferiore a 3600 Volt al trolley. Di più nello intendimento di raggiungere e superare sul percorso Fidenza-Piacenza, nonostante la livelletta assai meno favorevole, la velocità massima di 201 Km/ora, toccata, come già detto, sulla Campoleone-Cisterna, fu riconosciuto indispensabile elevare per tale tratto a 4000 Volt la tensione di alimentazione, in guisa di poter sopperire con la più alta tensione alla deficenza di potenza motrice.

3) La necessità di effettuare la più gran parte del percorso con ambedue i trolley in presa per ridurre il consumo degli striscianti e meglio garantire la buona derivazione di corrente: di ridurre la pressione statica dei trolley contro la linea a soli 6,5 Kg. ed aumentare invece a 17,5 Kg. la tensione delle molle di richiamo degli archetti.

Soltanto transitando sotto gli scambi aerei delle stazioni fu riconosciuto prudente lasciare in presa il solo trolley anteriore per evitare possibili inconvenienti a quello posteriore che avrebbe incontrato il filo di contatto e le altre strutture non in stato di riposo causa le sollecitazioni impresse dal primo trolley. Di evitare la marcia con motori in parallelo sui tratti percorsi con un solo trolley in presa.

Una corsa di prova ufficiale fu compiuta, a coronamento di quelle preliminari, il 20 luglio 1939-XVII presenti con il Ministro delle Comunicazioni il Sottosegretario alle Ferrovie ed il Direttore Generale delle Ferrovie dello Stato, un folto gruppo di tecnici e giornalisti.

Il percorso di 316 Km. è stato compiuto in soli 115' alla velocità media di 165 Km/ora toccando la velocità massima di 203 Km/ora e mantenendo sul percorso di 199,147 Km. compresi fra Lavino e Rogoredo la velocità media di ben 175,803 Km/ora che si reputa essere un autentico record data la notevole lunghezza del percorso.

Della bellissima corsa compiuta riportiamo la zona tachimetrica (Tav. V) sovrapposta al profilo della linea e ad alcune indicazioni relative ai raggi delle curve.

Manutenzione.

Per assolvere alle esigenze di manutenzione di questi treni a composizione bloccata vennero costruite apposite rimesse. Per agevolare la ispezione delle apparecchiature tutte contenute nella parte bassa della carenatura, fu previsto il piano praticabile di officina 75 cm. più basso del piano del ferro (fig. 17).

Per rialzare il treno fu previsto un complesso di 16 cavalletti azionabili tutti o parte contemporaneamente e sincronicamente da un ponte di comando.

Fatte le operazioni di scollegamento elettrico e meccanico, un treno può essere rialzato da terra tutto intero quanto basta per asportare uno o più carrelli e piazzarne altri di ricambio in soli *quindici* minuti.

La grossa manutenzione degli elettrotreni è stata sinora regolata facendo un rialzo ogni 75.000 Km. di percorso sopratutto per consentire quella accurata visita ai carrelli ed ai vari cuscinetti a rulli ed anche per eseguire una prudenziale leggera tornitura dei cerchioni per asportare la scorza che può avere subito — nonostante la qualità dolce dell'acciaio — qualche lieve alterazione di tempera con formazione di impercettibili ma pericolosi cretti.

Il costo complessivo di manutenzione e riparazione arrivò come impiego di mano d'opera nei primi tempi ad oltre 125 ore di lavoro per 1000 Km.; esso va ora gradualmente riducendosi: — Siamo adesso intorno alle 72 ore, cifra che non deve apparire eccessiva quando si pensa che trattasi di materiale nuovo, soggetto a frequenti lavori di miglioria e modifica.

Carrozze ristorante-bar delle Ferrovie dello Stato

Ing. Dott. G. DEL GUERRA, per incarico del Servizio Materiale e Trazione delle F. S.

Riassunto. — **Sono brevemente descritte ed illustrate con fotografie alcune carrozze ristorante con bar, costruite dalle Ferrovie dello Stato per treni di dopolavoristi, ed entrate in servizio nel luglio del corrente anno.**

Nei viaggi turistici a lungo percorso, organizzati dall'Opera Nazionale Dopolavoro, un problema che non aveva ancora trovato una buona soluzione era quello di offrire ai viaggiatori — che possono essere anche più di 500 persone — la possibilità di consumare in treno durante il viaggio, con comodità e decoro, i pasti giornalieri.

L'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato, sempre solerte nel favorire le provvide iniziative del Regime, ha fatto perciò costruire delle apposite carrozze ristorante-

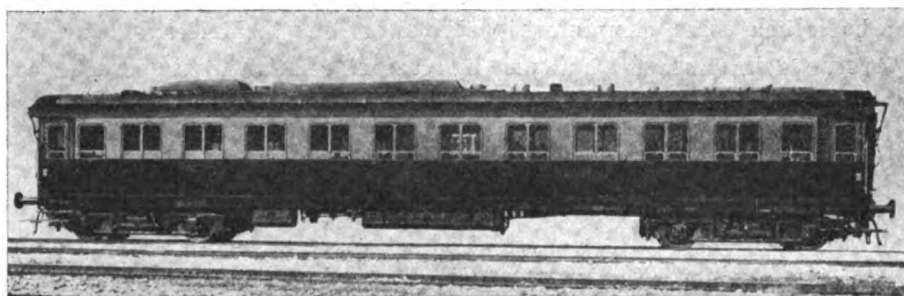



FIG. 1. — Visita esterna della carrozza.

bar, con arredamenti di cucina sufficienti per diverse centinaia di persone, mediante le quali oltre al servizio di ristorante per un ristretto numero di viaggiatori, fatto ad orario fisso nella carrozza stessa, e a quello continuato di bar, è possibile preparare in viaggio dei pasti caldi e completi e servirli negli stessi compartimenti occupati dai dopolavoristi.

Le carrozze suddette sono state costruite in meno di due mesi, su progetto del Servizio Materiale e Trazione delle Ferrovie dello Stato, utilizzando lo stesso telaio e la stessa ossatura metallica della cassa di alcune carrozze di III classe, tipo 1938, in corso di allestimento.

Gli ambienti interni e talune delle stesse attrezzature si sono dovute perciò adattare alle dimensioni generali di tali carrozze e alla posizione delle finestre in esse esistenti; ma ciò non di meno è stato possibile raggiungere una sistemazione rispondente allo scopo.

La carrozza comprende — vedi la figura 2 — una sala per ristorante, una saletta con bar, una cucina, una dispensa e un corridoio laterale a fianco di questi due ultimi ambienti, oltre a due vestiboli, con porte laterali, alle due estremità.

La sala per ristorante porta, fissati con cerniere alle pareti laterali, 8 tovalinetti, di cui 6 a quattro e 2 a due posti. Per sistemare tali tavolinetti simmetricamente rispetto alle presistenti finestre, l'interasse è stato necessariamente mantenuto identico

FIG. 2. — Schema planimetro della carrozza: A) Vestibolo; B) Sala; C) Saletta con bar; D) Cucina; E) Dispensa; F) Ambiente bar.

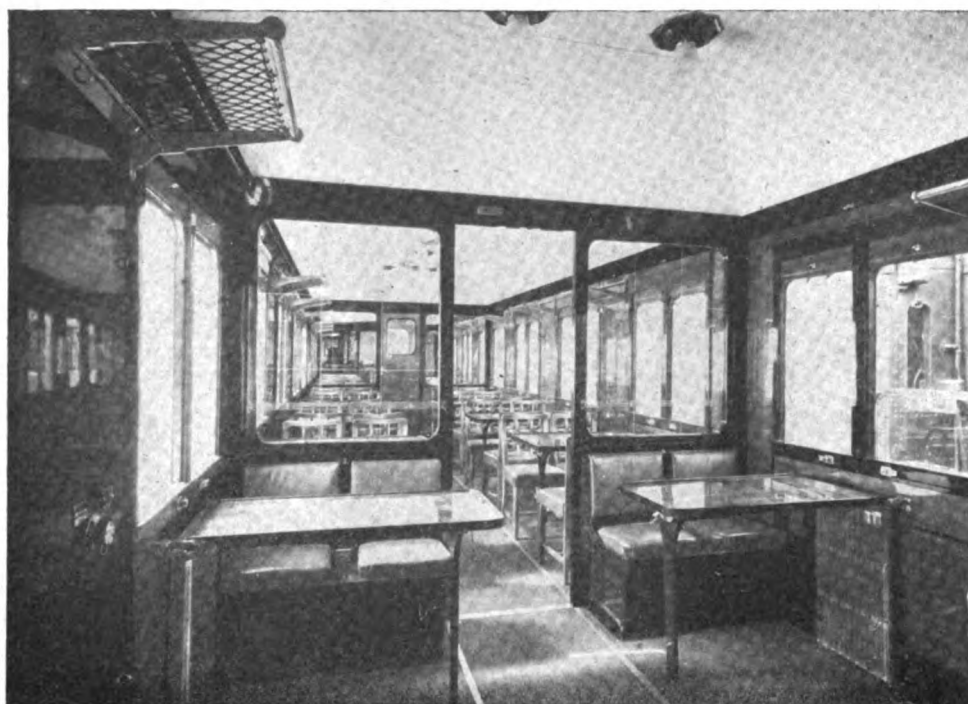
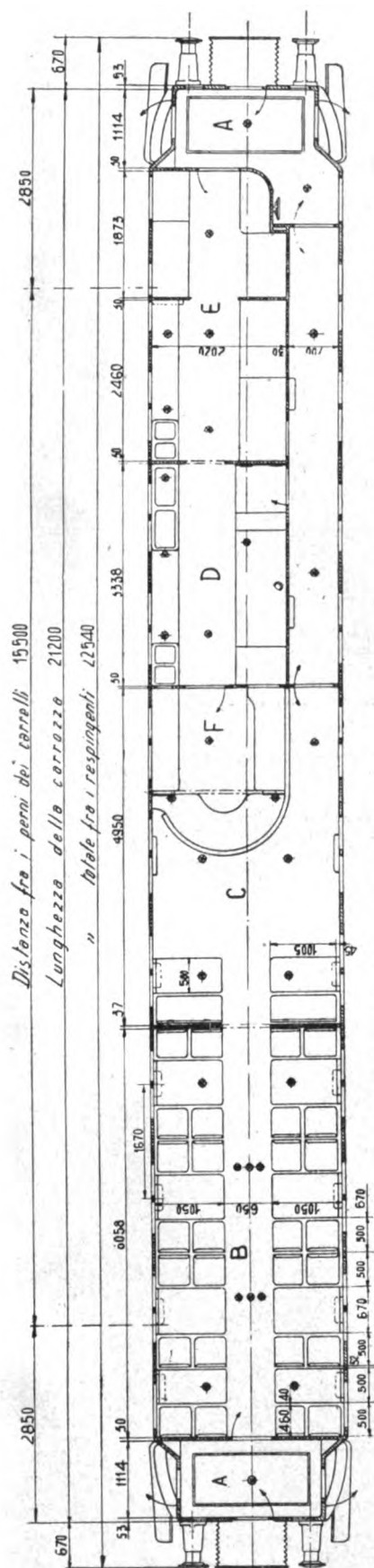



FIG. 3. — Vista della sala ristorante.

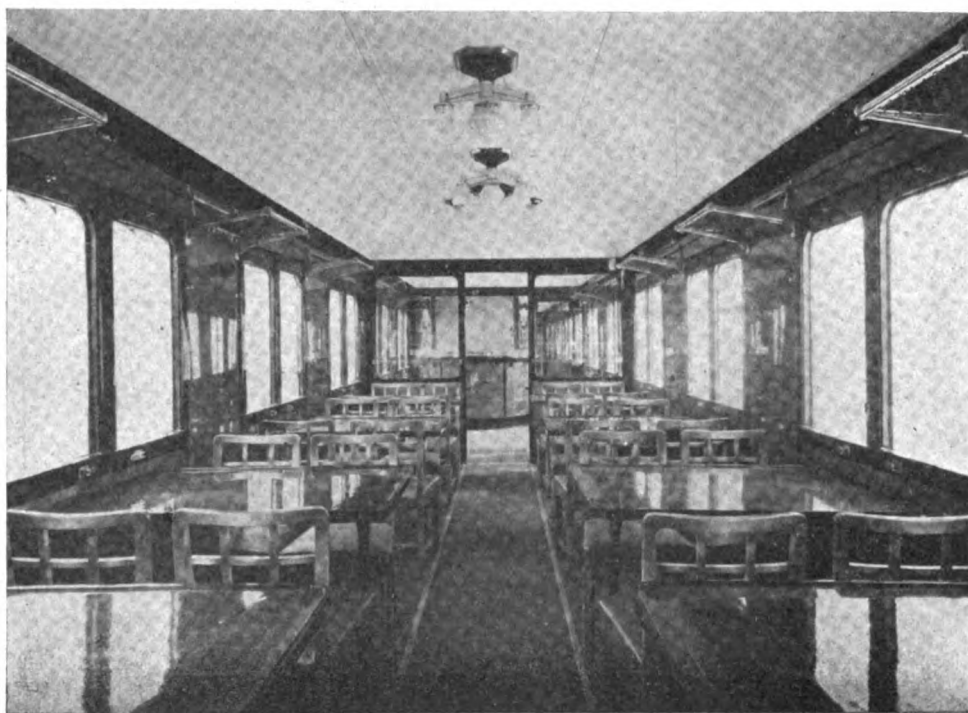



FIG. 4. — Vista della sala ristorante e del bar.

a quello delle finestre stesse, che è di mm. 1670. Sebbene tale quota sia alquanto minore delle analoghe adottate nelle carrozze ristorante ordinarie, tuttavia, con l'accorgimento usato di corredare i tavolini di sedie a schienale di minimo spessore, è stato possibile ottenere egualmente sufficiente comodità senza ridurre la larghezza dei tavolinetti stessi.

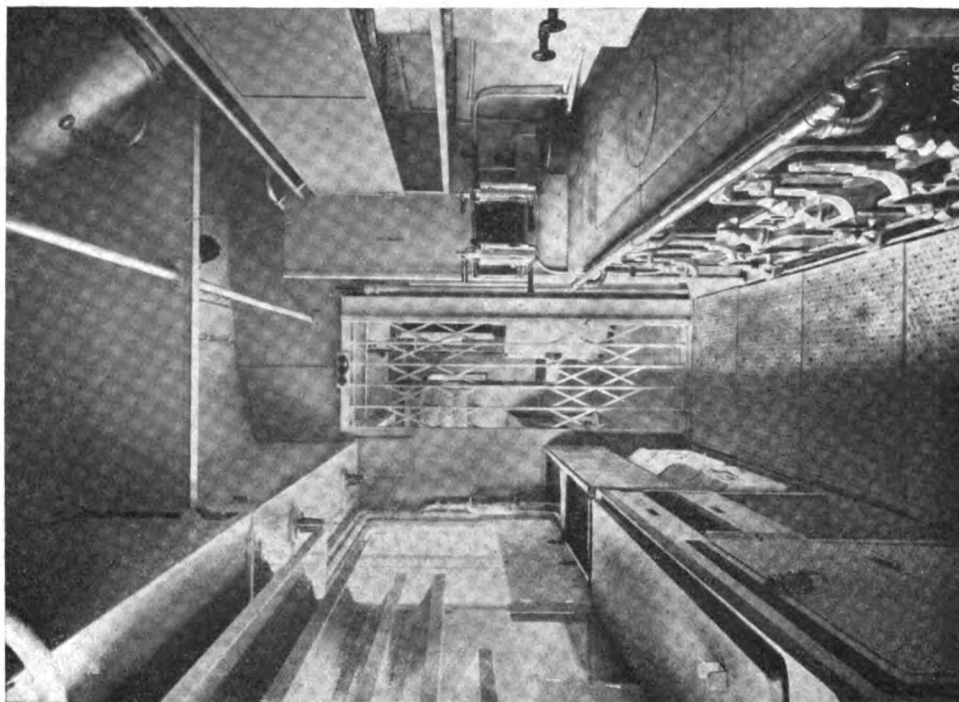



FIG. 6. — Vista della cucina.

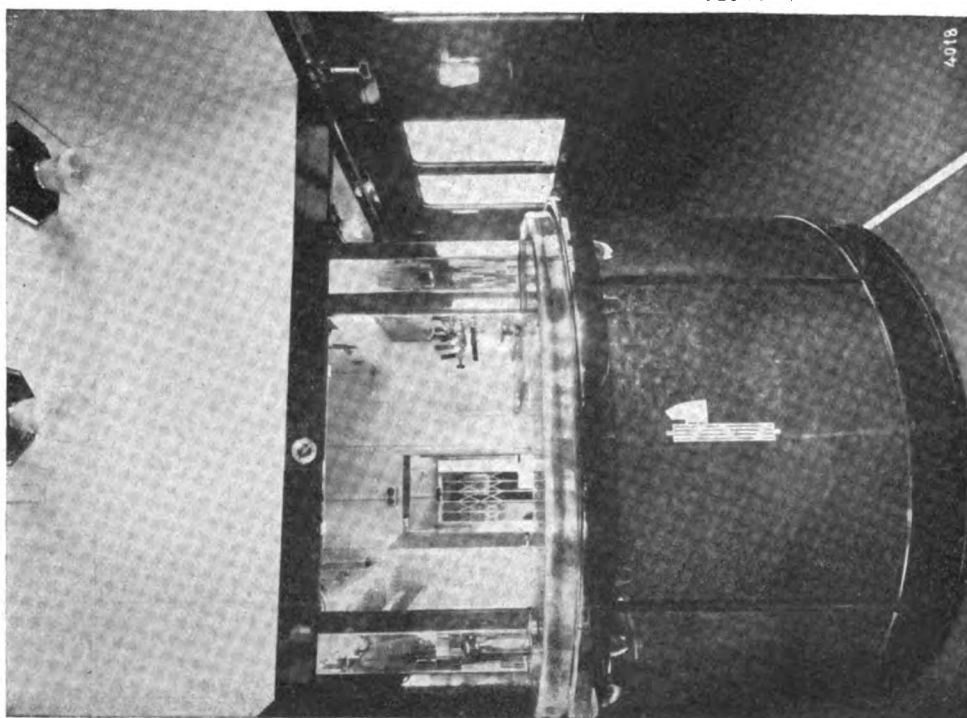



FIG. 5. — Particolare del banco del bar.

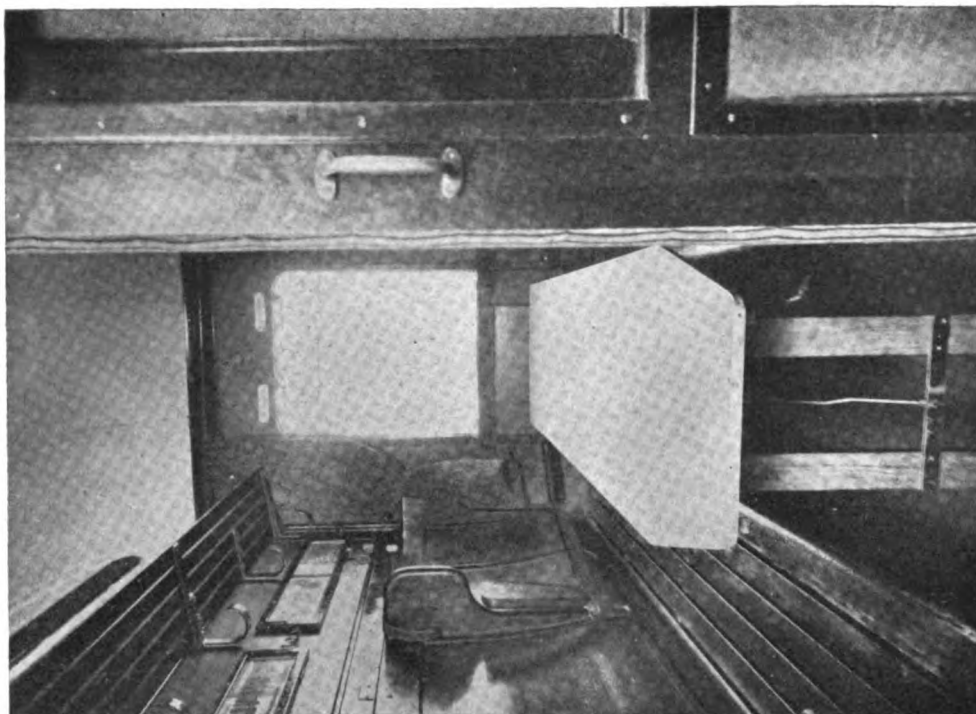



FIG. 8. — Compartimento di un'ordinaria carrozza di III classe con tavolinetto mobile.

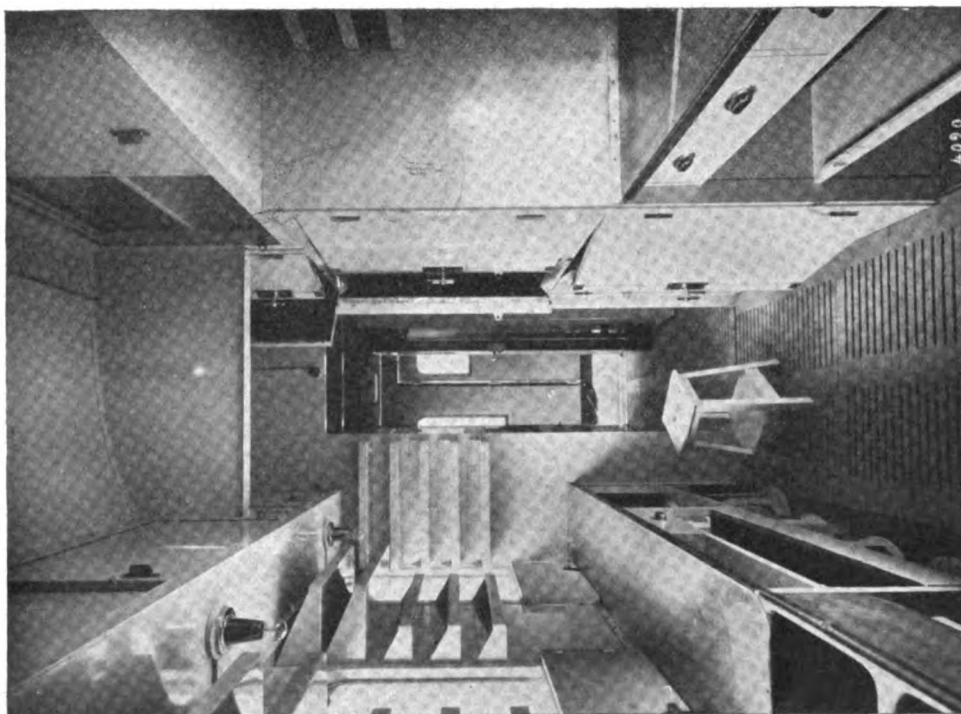



FIG. 7. — Vista della dispensa.

Due altri tavolinetti, sussidiari a quelli della sala principale, sono sistemati nella saletta del bar, al cui banco è stato data forma semicircolare per ottenere un maggior sviluppo.

L'ambiente di cucina, oltre agli ordinari arredamenti, di dimensioni peraltro adeguate all'elevato numero di pasti da preparare, possiede una caldaietta che dà il vapore occorrente per le macchine del caffè, di cui due, di maggior capacità, sistemate nella cucina stessa, ed altre sul banco del bar per la preparazione in presenza del pubblico.

Vari passavivande, aperti sulla parete interna del corridoio e sulla parete di fondo del bar, permettono di disimpegnare il servizio senza accedere nel locale di cucina.

Diverse ghiacciaie, una cantina per oltre 800 bottiglie, armadi per il pane, per la biancheria, per le stoviglie e per i vestiti del personale formano, infine, l'arredamento della dispensa.

La carrozza ha una dotazione di 1200 litri d'acqua contenuti in tre casse poste sopra l'imperiale, e di altri 100 litri — che automaticamente, man mano che si consumano, sono rinnovati — riscaldati da una serpentina di vapore, alimentata dalla stessa caldaietta. Infine nel bar è sistemata una cassetta d'acqua potabile, che alimenta la fontanina del banco del bar, e che può essere refrigerata con ghiaccio.

L'areazione — particolarmente necessaria nell'ambiente che contiene la cucina, dove, date le dimensioni di questa, la temperatura può salire notevolmente — è ottenuta con aspiratori elettrici e statici, collocati nel cielo, e con spiragli a lamette di vetro, disposti nelle finestre. Due aspiratori elettrici sono collocati anche nel cielo del ristorante per accelerare il ricambio dell'aria, come è specialmente necessario nell'intervallo tra due successive serie di pasti.

Tutte le pareti interne delle due sale e del corridoio, come pure i tavolinetti e il banco del bar, sono rivestiti di pannelli bachelizzati, che, pur dando alla carrozza caratteristica di semplicità, le conferiscono un aspetto gaio e decoroso. In tal modo senza sacrificare nulla nei riguardi del decoro della carrozza ed ottenendo dal punto di vista tecnico il vantaggio di avere superfici in vista molto più dure dei normali pannelli di legno, si è evitato — in omaggio all'autarchia — l'uso di essenze di legno pregiato di provenienza estera.

L'illuminazione è elettrica ad accumulatori. Si è avuto cura che risultasse abbondante in tutti gli ambienti: sono infatti in opera 33 lampadine con una potenza totale di 660 Watt. Ciò nondimeno, le batterie installate a bordo della carrozza sono sufficienti ad assicurare un'autonomia, a funzionamento continuo e a pieno carico, compresi gli aspiratori, di almeno 25 ore.

La carrozza possiede tutti i requisiti necessari per i servizi internazionali. E' munita di freno automatico Breda, con dispositivo «scarico-diretto e scarico-graduale» e dispostivo per la frenatura ad alta velocità. Vi è inoltre il freno moderabile.

La tara della carrozza in assetto di servizio, e cioè con le casse d'acqua piene e le batterie d'accumulatori a bordo, è risultata di tonn. 45,3.

Le fotografie 3, 4, 5, 6 e 7 illustrano rispettivamente le viste interne dei vari ambienti della carrozza e, precisamente, la sala ristorante, la saletta del bar, il particolare del banco del bar, la cucina e la dispensa.

Come sopra si è detto, la maggior parte dei viaggiatori non può consumare i pasti che nei propri compartimenti, dove, a tal uopo, sono messi (vedi fotografia n. 8) dei tavolinetti mobili e a gambe ripiegabili, che, quando non sono utilizzati, possono essere tenuti nel corridoio, appoggiati alla parete esterna.

Osservazioni circa il metodo di Roy
per lo studio della circolazione dei veicoli in curva

Dott. Ing. G. ROBERT, del Servizio Lavori delle F. S.

Il noto metodo di Roy (o Le Roy) per lo studio della circolazione dei veicoli in curva, (che in sostanza consiste semplicemente nel rappresentare il tracciato del binario e lo schema del rodiggio dei veicoli in un disegno *deformato,* ossia eseguito utilizzando due scale ortogonali diverse allo scopo di aumentare l'evidenza di alcune grandezze), è stato finora sempre utilizzato nella sua forma originale, la quale, come ha messo in evidenza Vogel alcuni anni fa (1), si presta a numerose critiche di cui riteniamo utile dare notizia.

Riassumiamo rapidamente i fondamenti del metodo Roy originale.

Considerato un arco di cerchio di raggio R in grandezza naturale (fig. 1), si ha:

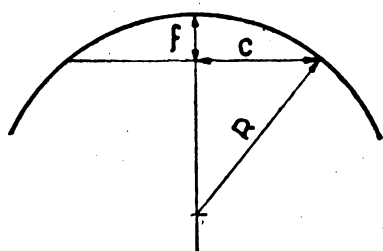



FIG. 1.

$$c^2 = 2Rf - f^2$$

da cui, osservando che, con le proporzioni delle curve ferroviarie, il termine f^2 è sempre trascurabile, si ricava approssimatamente:

$$R = \frac{c^2}{2f}. \qquad [1]$$

Se ora vogliamo rappresentare l'arco in un disegno deformato adottando la scala $\frac{1}{b}$ nel senso delle ordinate e $\frac{1}{bn}$ nel senso delle ascisse, dovremo assumere per il raggio la scala che risulta dalla [1] e cioè: $\frac{1}{bn^2}$: infatti, detta r la grandezza del raggio sul disegno, si ha:

$$r = \frac{c^2}{(bn)^2} : \frac{2f}{b} = \frac{c^2}{2f}\,\frac{1}{bn^2} = R\,\frac{1}{bn^2}.$$

Secondo il Roy dunque, in un disegno deformato nelle scale $\frac{1}{b}$ $[y]$ e $\frac{1}{bn}$ $[x]$, l'asse di un binario in curva circolare di raggio reale R può essere rappresentato (fig. 2) con un arco di cerchio (tratteggiato) di raggio $\frac{1}{bn^2}$. Se ora riportiamo ai lati dell'arco così disegnato, in corrispondenza del vertice, il giuoco g fra i bordini e le rotaie (metà per parte) e l'eventuale aumento di scartamento $\triangle s$ (tutto verso l'interno della curva) e tracciamo per i punti così ottenuti altri due archi concentrici al primo, queste linee rappresentano i lembi interni delle rotaie, nell'ipotesi semplificativa che lo scartamento

(1) « Organ », 15 settembre 1926.

fra i bordini sia uguale a zero. Con le stesse scale si disegna poi, dentro la larghezza della via e parallelamente all'asse delle ascisse, lo schema del rodiggio del veicolo riportando ai lati dell'asse longitudinale, in corrispondenza di ogni sala, l'eventuale spostabilità laterale della sala stessa per effetto di giuochi, bordini ridotti o speciali dispo-

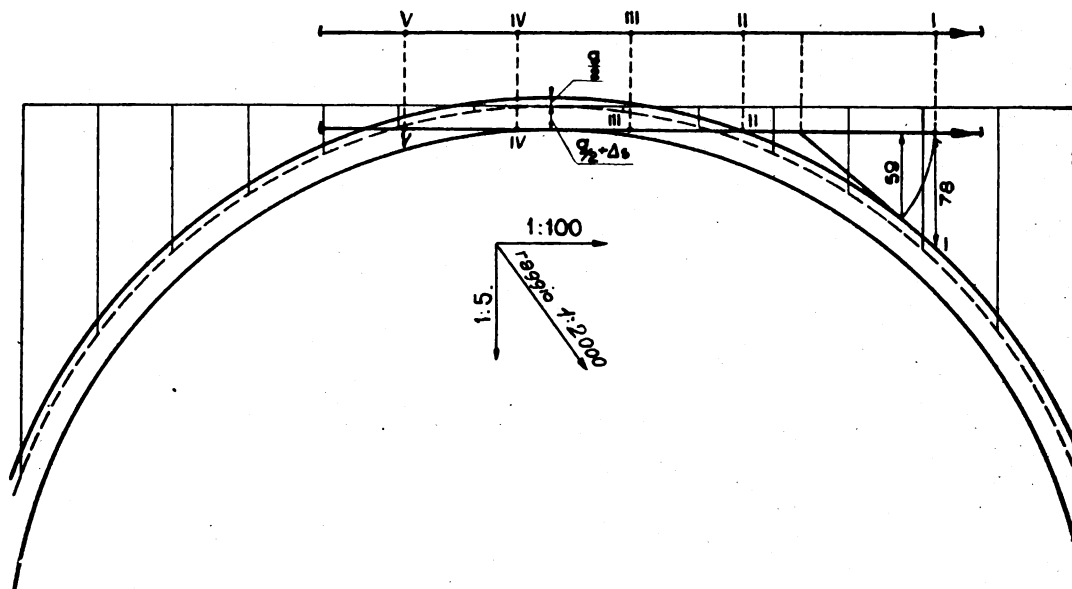



FIG. 2.

sitivi meccanici come carrelli, bissei ecc. Il disegno così ottenuto permette di stabilire con facilità se il veicolo si inscrive normalmente nella via oppure se la sforza, ed in tal caso quali modifiche bisogna apportare.

Tale è il metodo Roy originale; vediamo ora se esso è esatto.

È facile verificare che, se si rappresenta un arco di cerchio di raggio reale R in un disegno deformato nelle scale $\frac{1}{b}[y]$ e $\frac{1}{b\,n}[x]$, esso si trasforma in un ellisse di equazione (riferita al centro):

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} = 1$$

ove $A = \frac{R}{bn}$ e $B = \frac{R}{b}$ sono i semiassi.

Risulta quindi che il metodo Roy, che all'arco di ellisse sostituisce un arco di cerchio, non è esatto ma approssimato. Interessa allora conoscere il grado di approssimazione, per il che basta confrontare le ordinate delle due curve nella grandezza del disegno, rispetto all'orizzontale per il vertice (linea di base).

Per il caso dell'arco circolare si ha:

$$y_c = \frac{R}{bn^2} - \sqrt{\frac{R^2}{b^2\,n^4} - x_c^2} \qquad [2]$$

e per l'ellisse:

$$y_e = \frac{R}{b} - \sqrt{\frac{R^2}{b^2} - n^2 x_e^2}\ . \qquad [3]$$

L'errore che si commette disegnando l'arco di cerchio invece di quello d'ellisse è rappresentato dalla differenza $y_c - y_e$. L'errore è zero in corrispondenza del vertice, cresce verso i lati, e dipende dalla scelta delle scale (fig. 3).

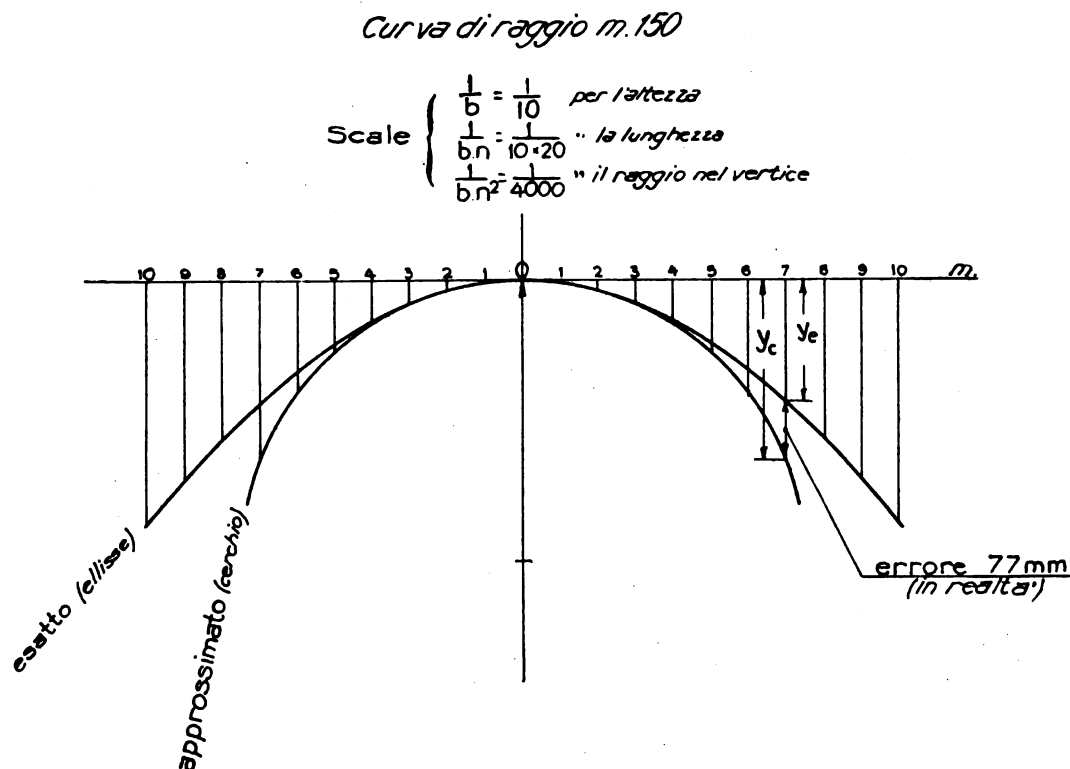



FIG. 3. — Confronto fra il metodo di Roy approssimato e quello ellittico esatto. Curva di raggio m. 150.

Nella seguente tabella sono calcolati gli errori per il raggio di 150 m. e per due diverse coppie di scale.

Tab. Iª - Confronto fra i metodi Roy e Vogel per la curva di raggio m. 150

				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
REALTÀ 1:1		X		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
		$y = \frac{X^2}{2R}$		3,33	13,33	30 –	53,33	83,33	120 –	163,3	213,3	270 –	333 –
DISEGNO b = 2 n = 20		$X_c = X_e$	misure in mm.	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
	Roy (cerchio)	y_c		1,67	6,79	15,65	28,89	47,75	75 –	120,19	–	–	–
	Vogel (ellissi)	y_e		1,67	6,67	15,01	26,68	41,68	60,03	81,72	106,75	135,13	166,86
	errore sul disegno $y_c - y_e$			0	0,12	0,64	2,21	6,07	14,97	38,47	–	–	–
	errore in realtà $(y_c - y_e)b$			0	0,24	1,28	4,42	12,14	29,94	76,94	–	–	–
DISEGNO b = 4 n = 10		$X_c = X_e$		25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
	Roy (cerchio)	y_c		0,83	3,35	7,58	13,58	21,65	31,31	43,34	57,79	75 –	95,50
	Vogel (ellissi)	y_e		0,83	3,34	7,51	13,34	20,84	30,02	40,86	53,37	67,56	83,43
	errore sul disegno $y_c - y_e$			0	0,01	0,07	0,24	0,81	1,29	2,48	4,42	7,44	12,07
	errore in realtà $(y_c - y_e)b$			0	0,04	0,28	0,96	3,24	5,16	9,92	17,68	29,76	48,28

Si rileva che l'entità degli errori non è sopportabile oltre la terza o quarta ordinata, ossia oltre tre o quattro metri dal vertice.

Si può quindi concludere che, se si devono studiare veicoli di media lunghezza su curve ampie, il metodo Roy con $n = 10$ può essere considerato sufficientemente esatto, ma sulle curve di raggio piccolo (sotto i 180 m.), sugli scambi e nello studio di veicoli lunghi, oppure di due o più veicoli accoppiati, le indicazioni fornite dal metodo stesso sono decisamente errate.

Vogel propone dunque un nuovo metodo esatto consistente nel disegnare precisamente l'arco d'ellisse. La curva si traccia per punti, calcolando le ordinate in base alla [3] e raccordando i punti con opportune sagome. Per ottenere un'esecuzione ottima si consiglia di calcolare, almeno per alcuni punti, il relativo raggio di curvatura dell'ellisse, allo scopo di adoperare nei punti stessi le sagome esattamente corrispondenti. La formula che dà il raggio di curvatura (nella grandezza del disegno) è:

$$\rho_e = \frac{R}{bn^2}\,(1 + x^2_e \,.\, C)^{\frac{3}{2}}$$

con:

$$C = \frac{b^2\, n^2\, (n^2 - 1)}{R^2}\,,$$

la quale conferma che, in corrispondenza del vertice ($x = 0$) la curvatura dell'ellisse è uguale a quella del cerchio assunto da Roy.

Per comodità si riportano due tabelle dei valori di y_e e di ρ_e per curve di raggio da 150 a 200 m. e per la coppia di valori $b = 2$ ed $n = 20$ ossia per la coppia di scale $\frac{1}{2}$ [y], $\frac{1}{40}$ [x], la quale è molto conveniente perchè fornisce disegni chiari e maneggevoli.

Tab. II^a - Ordinate y_e per curve di raggio da m. 150 a m. 200

Scale: 1:2 [y]; 1:40 [x]

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X_e (mm)		25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
y_e (mm)	R = m. 150	1,67	6,67	15,-	26,67	41,68	60,02	81,71	106,74	135,12	166,89
	» » 160	1,56	6,25	14,06	25,-	39,06	56,25	76,56	100,-	126,56	156,25
	» » 170	1,47	5,88	13,23	23,53	36,77	52,96	72,06	94,12	119,12	147,06
	» » 180	1,39	5,55	12,50	22,22	34,72	50,-	68,05	88,88	112,50	138,89
	» » 190	1,31	5,26	11,84	21,05	32,89	47,36	64,47	84,21	106,58	131,58
	» » 200	1,25	5,-	11,25	20,-	31,25	45,-	61,25	80,-	101,25	125,-

Importanti sono anche alcune osservazioni di dettaglio o relative all'impiego del nuovo metodo.

Il giuoco a nuovo fra rotaie e bordini è di 10 mm. (differenza fra lo scartamento delle rotaie e quello dei bordini misurati rispettivamente 14 mm. e 10 mm. al disotto del cerchio di rotolamento) e perciò finora si è ritenuto che anche la spostabilità re-

Tab. III^a - Raggi di curvatura ρ_e per curve di raggio da m. 150 a m. 200

Scale: 1:2 [y]; 1:40 [x]

Curva di raggio m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
150	187,50	192,50	207,40	234,10	272,70	325,10	393,20	479,10	584,90	713,10	866-
160	200-	204,70	219-	243,50	279,30	327,60	300,10	468,50	564,60	680,60	818,50
170	212,50	216,90	230,30	253,30	286,70	331,50	389,20	461,30	549,30	655,20	780,50
180	225-	229,20	241,80	263,40	294,70	336,50	390,10	457,50	537,50	634,50	748-
190	237,50	241,20	253,50	273,20	303-	341,90	392,50	455-	529,30	618,50	724,90
200	250-	253,90	283,40	284,30	312-	349-	396,20	454,50	524-	606,50	705-

lativa dell'asse nel binario fosse di 10 mm. Invece, se si studia attentamente il contatto fra le ruote e le rotaie a nuovo si trova, come dimostra la fig. 4, che, con rotaie F. S. e tipo 49 verticali (scambi), la spostabilità effettiva è rispettivamente di 11,4 e 10,8 mm. La spostabilità stessa è ancora maggiore se le rotaie sono inclinate 1/20 (binario di linea), ma siccome per lo studio della circolazione dei veicoli è decisivo il giuoco sugli scambi, si può ammettere che la spostabilità effettiva corrispondente al giuoco di 10 mm. sia in cifra tonda di 11 mm.

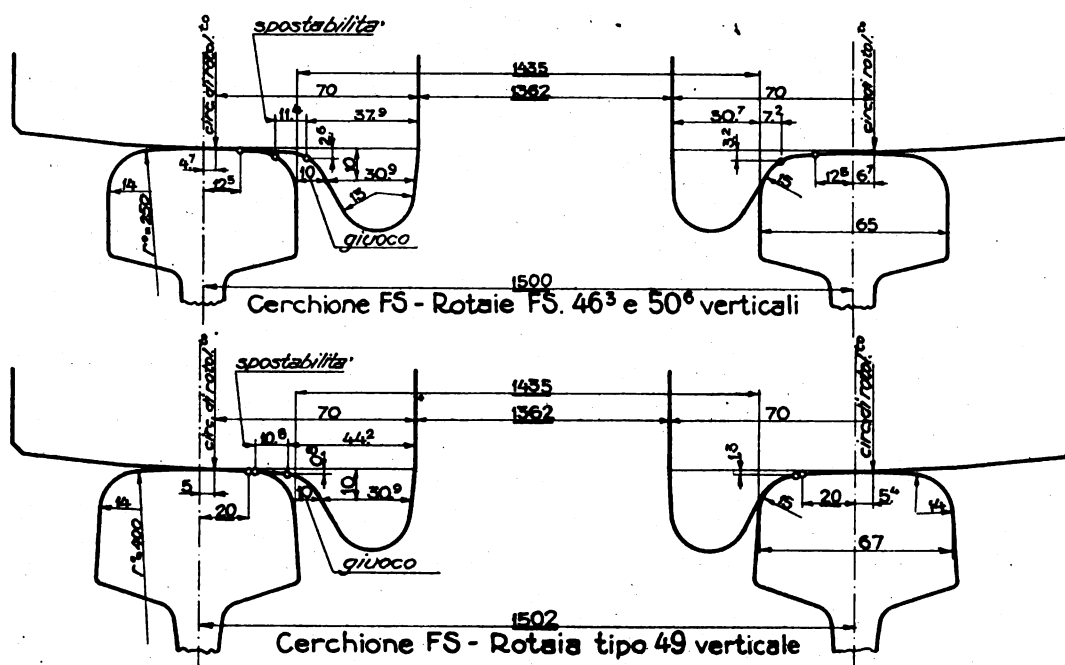



Fig. 4. — Giuoco e spostabilità relativa fra asse e binario.

Non bisogna tuttavia dimenticare che il giuoco di 10 mm. fra i bordini e le rotaie non è il minimo possibile: infatti l'*Unità Tecnica* (ed. 1938) ammette per lo scartamento fra le rotaie il valore minimo di 1432 mm. e per quello fra i bordini il valore massimo di 1426 mm., dal che risulta che il giuoco minimo possibile è di 6 mm. Siccome però in pratica si trascurano i giuochi fra le rotaie e i relativi ancoraggi, nonchè

la cedevolezza elastica delle rotaie e del veicolo (elementi tutti i quali agiscono nel senso di aumentare lo scartamento della via), così è lecito trascurare anche le suddette differenze possibili del giuoco fra bordini e rotaie, le quali agiscono in senso contrario, e quindi ammettere che la spostabilità effettiva degli assi sia di 11 mm.

Analogamente è facile verificare per via grafica che anche le differenze nel giuoco suddetto dovute all'obliquità delle ruote rispetto alle rotaie sono trascurabili, anche nel caso più sfavorevole di rotaie e ruote logorate al massimo.

Loc. FS. 735 - Curva di raggio m. 150 - Δs = 10 - Metodo Vogel

Fig. 5.

Loc. E 326 - Deviatoio tg 0,12 (telaio aghi) - Metodo Vogel

Scale: { in senso orizzontale 1 : 130 / in senso verticale 1 : 6,5

Fig. 6.

Lo spostamento laterale dei bissel e dei carrelli si determina, secondo il metodo Roy originale, misurando la grandezza della semicorda dell'arco di cerchio tracciato con centro sul perno (fig. 2) (mm. 59) ma tale misura è evidentemente errata. Baumann

Fig. 7. — Vetture W.L. ultimo modello — Flesso raggio m. 150-150 senza rettilineo intermedio — Metodo Vogel.

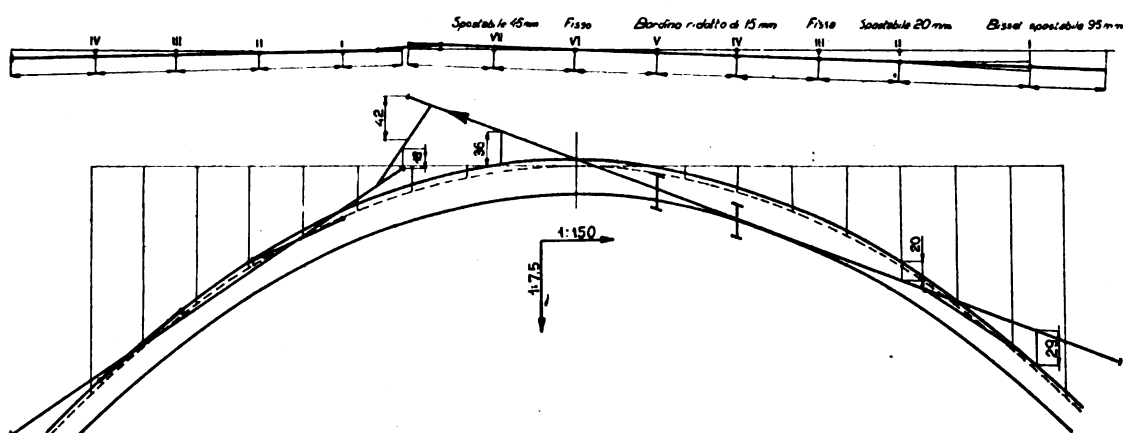



Fig. 8. — Locomotiva e tender in marcia retrograda su curva di raggio m. 190 — Metodo Vogel.

consigliò di assumere invece la grandezza della tangente (mm. 78). Seguendo il nuovo metodo la determinazione si effettua con esattezza e senza possibilità di errori. Il caso della fig. 5, che corrisponde a quello della fig. 2 rappresentato però secondo il nuovo metodo, dimostra inoltre che, delle due misure sopra indicate, la prima è errata per difetto e la seconda per eccesso.

Il nuovo metodo si presta molto bene per lo studio della circolazione dei veicoli sugli scambi, il tracciato dei quali risulta con straordinaria evidenza nel disegno deformato (fig. 6) e per questo motivo il metodo stesso deve essere sempre utilizzato in occasione del progetto di nuovi deviatoi per evitare ogni irregolarità del tracciato ed ogni passo difficile. Anche tutti gli angoli risultano con grande precisione nel disegno dalla misura delle tangenti.

Un'altra importante applicazione del metodo grafico, finora non utilizzata, consiste nella verifica delle dimensioni dei piatti dei respingenti. I calcoli che comunemente si

eseguono a tale scopo sono laboriosi e non forniscono l'indicazione della posizione più sfavorevole del veicolo. Il metodo grafico invece è molto evidente e di rapida esecuzione. La fig. 7 mostra lo spostamento relativo dei respingenti di due vetture disposte su un flesso formato da due curve di raggio m. 150 senza rettilineo intermedio.

Un esempio di studio della posizione reciproca assunta in curva da due veicoli accoppiati è fornito dalla fig. 8 che rappresenta una locomotiva accoppiata ad un tender in marcia retrograda. Data la forte obliquità dei veicoli rispetto alla linea di base, a rigore si dovrebbe disegnare prima la loro disposizione reale in scale uguali:

$$\left(\frac{1}{40}\ [y]\ \text{e}\ \frac{1}{40}\ [x]\right)$$

e proiettarla sulla linea di base e poi proiettare i punti così ottenuti sullo schema del tracciato. È facile però verificare che l'errore che si commette proiettando sul tracciato direttamente gli schemi paralleli alla linea di base è trascurabile. Notare l'esattezza con cui si può misurare l'obliquità dell'asta di collegamento e lo spostamento relativo dei respingenti.

Le condizioni finanziarie della ferrovia del Lötschberg.

La linea del Lötschberg è una delle due ferrovie svizzere di accesso al Sempione; e perciò le sue condizioni ci interessano direttamente.

In base alla legge generale svizzera per il risanamento finanziario delle ferrovie concesse, la Compagnia del Lötschberg, in occasione dell'ultima assemblea degli azionisti, ha insistito sulla necessità che il previsto aiuto della Confederazione intervenga subito per evitare che la situazione divenga insostenibile.

È noto che in 15 anni la Società una sola volta ha potuto pagare in pieno gli interessi agli obbligazionisti e che in tutti gli altri esercizi ha pagato soltanto una frazione minima del dovuto ai portatori dei due prestiti ipotecari. Questa ferrovia, come l'azienda delle federali, soffre di un forte eccesso di capitalizzazione e si trova nell'impossibilità di mantenere i suoi impegni per il servizio d'interessi e a *fortiori* per gli ammortamenti.

La Società del Lötschberg lamenta forti perdite nel traffico merci in seguito alla tensione internazionale, ai mancati trasporti di alcune merci verso e da l'Italia. D'altra parte la navigazione sul Reno sottrae normalmente alle ferrovie alpine una grande quantità di trasporti che entrano in Isvizzera dal nord laddove prima vi entravano dal sud.

Il traffico viaggiatori del Lötschberg è pure diminuito sia per le condizioni politiche internazionali, sia per l'attrazione esercitata sul pubblico svizzero dall'Esposizione nazionale di Zurigo.

Per un risanamento organico della situazione, la Società prevede la necessità che la Confederazione faccia grandi sacrifici e che il Cantone ne faccia ancora maggiori. Ma domanda che anche gli obbligazionisti facciano importanti sacrifici per ottenere un risanamento efficace e definitivo.

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste, cui detti riassunti si riferiscono, fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri ferroviari italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai Soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S.) L'illuminazione delle carrozze ferroviarie in America (*Glasers Annalen*, 1° aprile 1939).

Le carrozze viaggiatori americane sono illuminate esclusivamente ad elettricità. Lo sviluppo della tecnica e della pratica dell'illuminazione elettrica delle vetture fu iniziato in America già molto tempo prima della guerra mondiale; sicchè si è giunti ora ad impianti molto perfezionati e sicuri. Appunto da questa tendenza ad ottenere impianti assolutamente sicuri, si è stati indotti in generale a costruire impianti piuttosto pesanti: infatti, se si confrontano i tipi costruttivi americani con altri sistemi costruttivi, si nota che si è forse esagerato un po' in quella pratica; e che si può, scegliendo opportunamente forme e materiali, giungere a costruzioni più leggere, senza diminuire perciò la sicurezza di esercizio. Ciò non ostante, si deve dire che lo studio dei sistemi adottati in America è molto interessante ed istruttivo. L'articolo tratta singolarmente di tutti gli argomenti; ma noi per brevità ci dobbiamo limitare ad enumerarli appena, rimandando per i particolari all'esame diretto dell'originale.

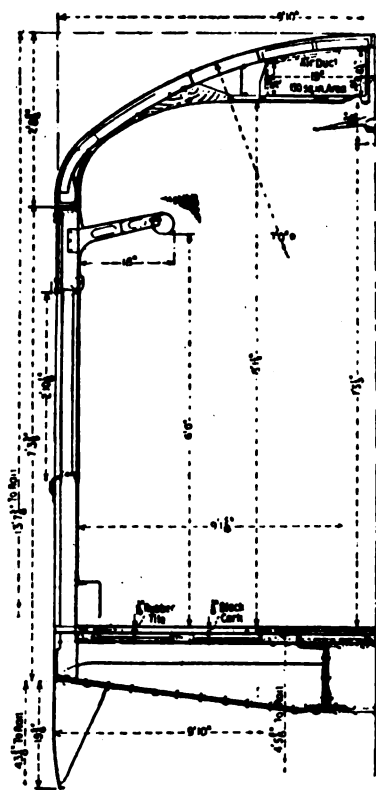



FIG. 1. — Illuminazione semi-indiretta: doppia canarola contenente lampade, situata alla mezzeria del soffitto, e lampade a illuminazione diretta, fissate al bordo delle reti porta-bagagli.

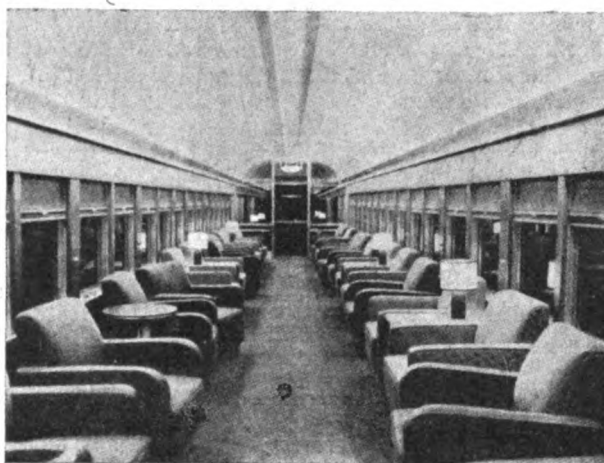



FIG. 2. — Illuminazione semi-indiretta: lampade in canarole, situate lungo le pareti laterali; e corpi illuminanti direttamente, fissati alla parte inferiore delle canarole.

Anzitutto viene trattata diffusamente la questione della produzione dell'energia; in America si è adottato il così detto sistema autonomo, che comporta macchine generatrici, azionate dall'asse della vettura, e poste in parallelo con una batteria di accumulatori di caratteristiche appropriate. In particolare l'articolo si diffonde su un argomento che molto appassiona i tecnici e cioè circa i vari sistemi escogitati per l'accoppiamento della dinamo all'asse della vettura. In

America la questione è stata accuratamente studiata, e sembra che si siano raggiunti risultati veramente ottimi.

Un breve capitolo tratta delle batterie di riserva; un'altro dei sistemi di regolazione automatica della tensione fornita dalle dinamo e dalla batteria.

Finalmente un capitolo tratta delle forme e dei sistemi di montaggio dei corpi illuminanti. Tra l'altro, le ferrovie americane hanno adottato in molti casi anche l'illuminazione indiretta; di cui le due figure rappresentano due differenti sistemi: uno (vedi fig. 1) ottenuto mediante una doppia fila di lampade situate in una specie di canarola situata al centro del soffitto della vettura; tale illuminazione indiretta è sussidiata da illuminazione diretta dei singoli posti, ottenuta mediante lampade fissate all'orlo della mensola porta-bagaglio. L'altro sistema (vedi fig. 2) comprende l'illuminazione indiretta ottenuta mediante lampade fissate in canarole alle due pareti longitudinali; e l'illuminazione diretta, costituita da una striscia continua luminosa, situata alla parte inferiore delle canarole stesse. — F. Bagnoli.

(B. S.) Miglioramento dei tracciati dei binari di stazione col metodo delle frecce (*Revue Générale des Ch. de Fer,* 1° luglio 1939).

Nelle stazioni in curva la presenza degli scambi altera spesso a tal punto l'andamento dei binari che la velocità dei treni ne risulta limitata (1). Per aumentare la velocità bisogna allora migliorare il tracciato e il profilo, il che può ottenersi con due metodi diversi: il primo consiste nel fare un rilievo dettagliato sul posto e poi studiare a tavolino un opportuno tracciato

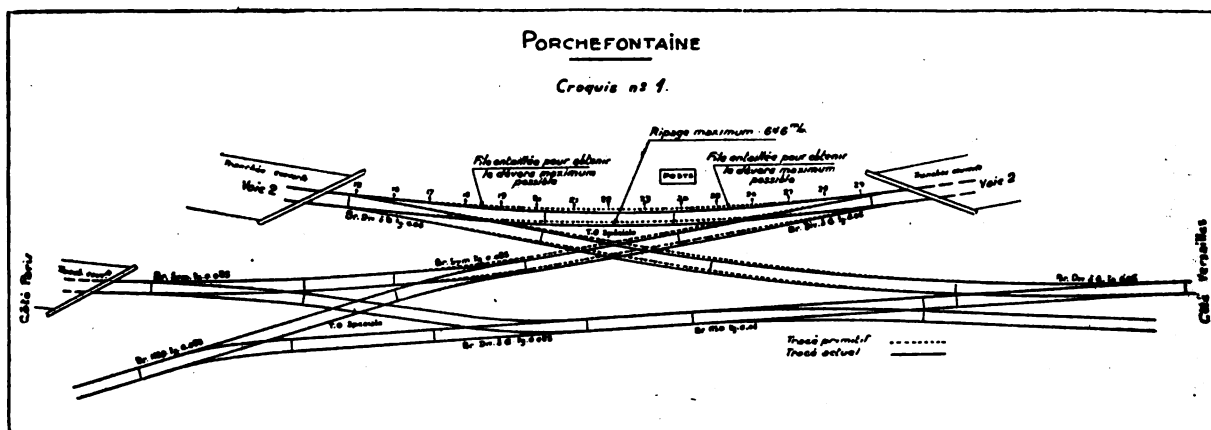



Fig. 1.

dei binari principali impostato su archi di cerchio di raggio uguale o quasi a quello degli scambi disponibili e su tratti di raccordo; il secondo metodo consiste nel migliorare il tracciato per mezzo di approssimazioni successive col sistema delle frecce. L'A. cita a esempio due casi di applicazione notevolmente complicati di quest'ultimo metodo.

Il bivio doppio di Porchefontaine (fig. 1) comprende due scambi tg. 0,06 divergenti da un binario in curva di raggio m. 900. I rami deviati di questi scambi originano un'intersezione speciale che dà accesso da una parte ad una traversata a bretelle composta da un'intersezione e quattro deviatoi tg. 0,085, e dall'altra parte ad una diagonale formata da due deviatoi tg. 0,06.

(1) Si tratta evidentemente di scambi di vecchio tipo, inadatti ad essere incurvati secondo la curvatura del binario, e non di scambi moderni incurvabili, come sono quelli in uso presso la Reichsbahn e quelli in corso di studio presso le F. S., la cui inserzione in un binario curvo non altera affatto la curvatura esistente.

L'impostazione iniziale del gruppo, realizzata con procedimenti geometrici, era basata su archi di cerchio e non su archi parabolici. Occorreva migliorare il tracciato e realizzare anche una migliore progressione delle rampe per evitare troppo forti sghembi di rotaie. Lo studio doveva favorire la linea N. 2 (da Versailles Chantier a Montparnasse) da percorrersi almeno a 100 km/h.

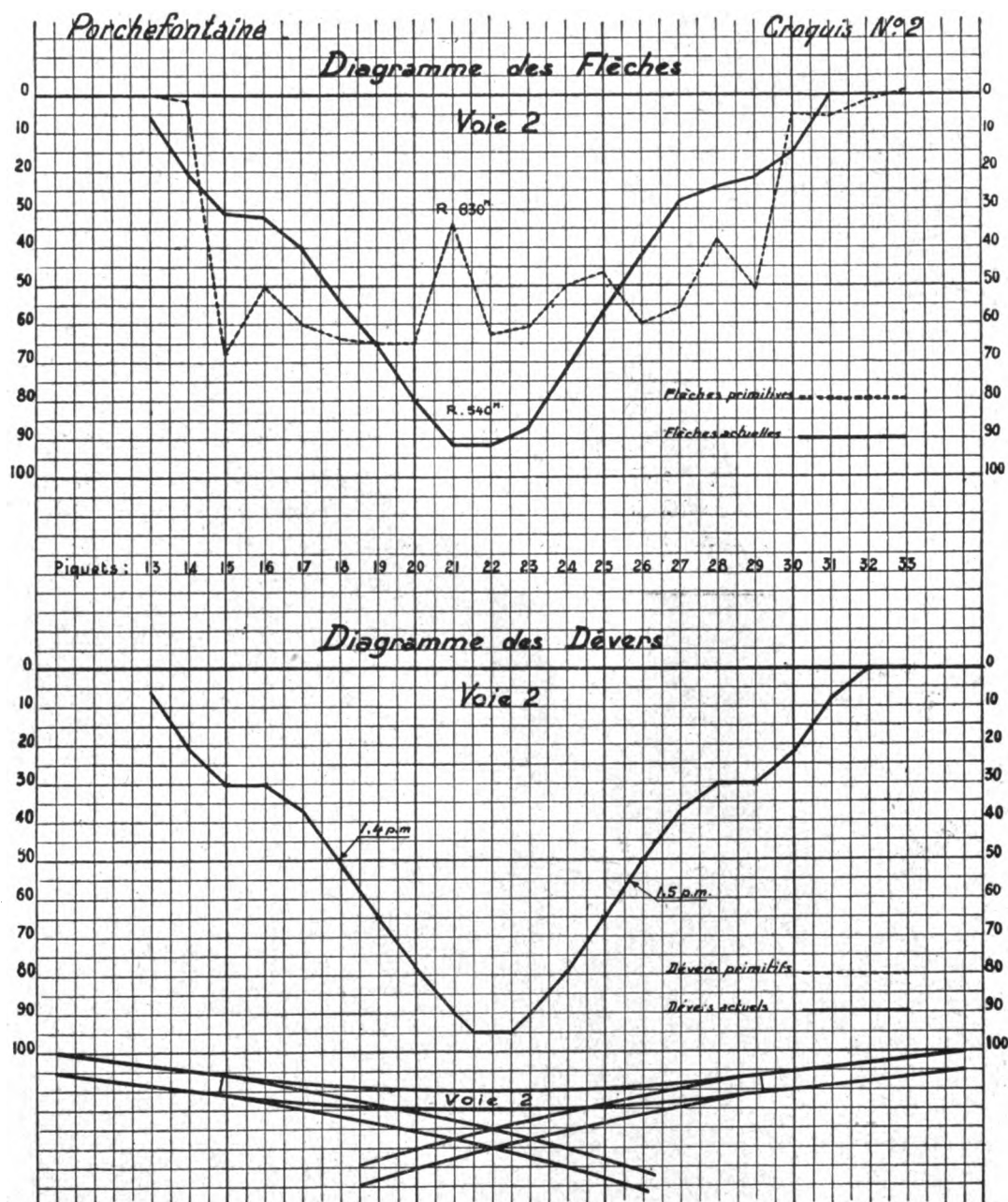



Fig. 2.

Tutto ciò è stato realizzato col metodo delle frecce. Sulla linea N. 2 la lunghezza ottenuta nel raccordo ha permesso di introdurre la pendenza dell'1,5 ‰ realizzando sulla curva di metri 540 la sopraelevazione di 95 mm. permettente il passaggio a 100 km/h. Gli altri binari, dovendo consentire velocità non maggiori di 80 km/h., non risultarono sacrificati.

L'applicazione pratica del metodo fu la seguente: sopra un disegno molto preciso in scala 1:100 del primitivo tracciato geometrico fu riportato l'andamento della linea N. 2 risultante dallo

studio col metodo delle frecce; quindi si cercarono le posizioni più opportune da dare ai deviatoi per ottenere il miglior raccordo con gli altri binari e infine si studiarono alcune modifiche locali per migliorare l'andamento di questi. La fig. 2 mostra i diagrammi delle frecce e delle sopraelevazioni.

Il secondo esempio si riferisce alla modifica della 1ª e 2ª linea lato Le Mans nella stazione di Chartres. L'esperienza acquisita a Porchefontaine indusse a ritenere che fosse possibile far costruire in officina gli apparecchi con la curvatura necessaria dopo aver stabilito, in base al metodo delle frecce, le modifiche da apportare al tracciato geometrico primitivo. Questo comprendeva curve di m. 460 nella 1ª linea e di m. 430 nella 2ª linea, con brusca variazione della curvatura e con sopraelevazioni necessariamente insufficienti. La velocità, sebbene limitata a soli 60 km/h., non permetteva una corsa esente da urti.

Con la modifica attuata le curve sono state estese anche agli apparecchi e quindi i raggi sono aumentati a 630 m. nella 1ª linea e a 500 m. nella 2ª. Il nuovo tracciato permette velocità di 100 km/h. In questo caso, come si è detto, fu eseguita dapprima la modifica del tracciato sul disegno e fu stabilita la posizione più favorevole degli apparecchi in curva, e quindi fu ordinata la costruzione di questi in base a dettagliati piani di posa. — G. ROBERT.

(B. S.) Prove su sale di locomotive (*Bulletin de l'A. I. du Congrès de Chemins de Fer,* agosto 1939).

Sono state sottoposte a prove di fatica alcune sale di locomotive elettriche a fusi esterni, per constatare l'effetto di una speciale lavorazione sulla portata di calettatura, prima del montaggio della ruota. Questa lavorazione si esegue facendo girare la sala fra le punte di tornio alla velocità

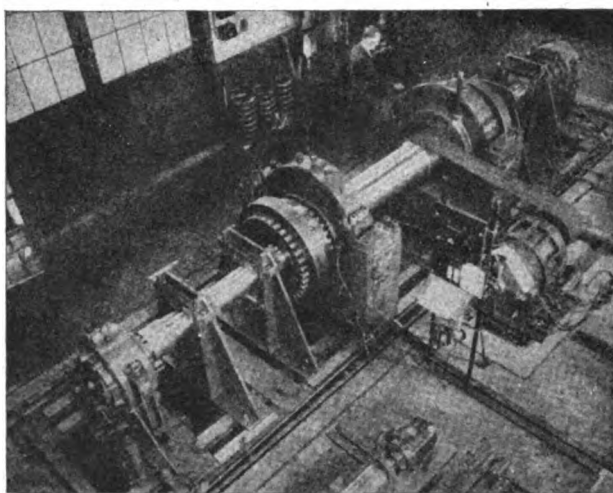



FIG. 1. — Macchina Timken per prove su sale motrici di locomotive.

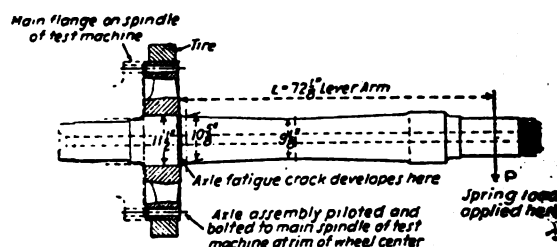



FIG. 2. — Particolari della sala sottoposta alle prove di fatica.

Main flange or spindle = flangia della macchina per le prove; Tire = cerchione; Lever arm = braccio di leva; Axle fatigue crack develops here = qui si sviluppa l'incrinatura di fatica; Axle assembly etc. = sala montata a mezzo bulloni sull'albero principale della macchina per le prove; Spring load applied here = il carico della molla è applicato qui.

da 25 a 50 giri al minuto, mentre tre rulli, portati dal carrello, e disposti all'ingiro a 120°, avanzano con la velocità rappresentata dal passo della vite di circa 0,9 mm., e vengono pressati contro l'asse con 11.430 kg. per rullo. I rulli hanno il diametro di 254 mm. ed il loro profilo periferico ha un raggio di 38 mm.

La figura 1 rappresenta la macchina per eseguire queste prove e la figura 2 una sala di dimensioni normali, uguale a quelle in servizio, eccetto i raggi delle ruote che sono ridotti. L'asse del diametro di 292 mm., è cavo per tutta la lungezza con diametro interno di 51 mm. Tutti gli assi sono della stessa colata, di composizione chimica: 0,24 *C*, 3,10 *Ni*, 0,02 *S* e 0,03 *P;* con le seguenti proprietà meccaniche: limite di elasticità 42,8-48,5 kg/mm², resistenza alla rottura 64,0-66,7 kg/mm², allungamento su 51 mm. 25,0-30,0 %, restringimento 67,5-70,0 %, durezza Brinell 192,

resistenza alla fatica 38,7 kg/mm². I centri delle ruote, in acciaio fuso, sono forzate a caldo e così pure il cerchione, in modo da ripetere le condizioni normali di servizio.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

Sala numero	Forzamento alla portata mm.	Pressione di calettatura tonn.	Tensione per flessione kg/mm²	Durata dell'esperimento fino alla rottura dopo			Profondità massima della incrinatura mm.
				num.	giri	equiv. km.	
			Provini in acciaio nichel, non sottoposti alla speciale lavorazione				
9545	0,43	147	13,4	5	727.000	33.000	115,9
9540	0,41	138	9,8	19	850.000	113.000	10,3
9549	0,41	122	8,4	28	680.000	164.000	52,0
9550	0,41	154	7,4	83	730.000	479.000	1,6
			Provini in acciaio nichel, sottoposti alla lavorazione speciale delle portate				
9555	0,34	161	13,4	143	470.000	821.000	11,1
9553	0,33	158	7,4	140	500.000	804.700	0,4
9554	0,30	174	13,4	48	500.000	278.100	—
9542	0,33	186	7,4	48	500.000	278.100	—

Questi risultati suggeriscono qualche interessante considerazione d'insieme.

Per gli assi 9545 e 9555, sottoposti alla tensione di flessione di 13,4 kg/mm², risulta che la resistenza sino alla rottura è 25 volte maggiore per le sale con portate lavorate e che la profondità delle incrinature è 10 volte minore che non per gli altri. Se la tensione si riduce a 7,4 kg/mm² — provini 9550 e 9542 — la resistenza delle sale con portate lavorate è 7,5 volte maggiore e la profondità delle incrinature è appnea di un quarto, in confronto alle sale ordinarie.

Si dovette, dunque, constatare che la speciale lavorazione delle portate produce un notevole aumento della resistenza e riduce il pericolo della rottura.

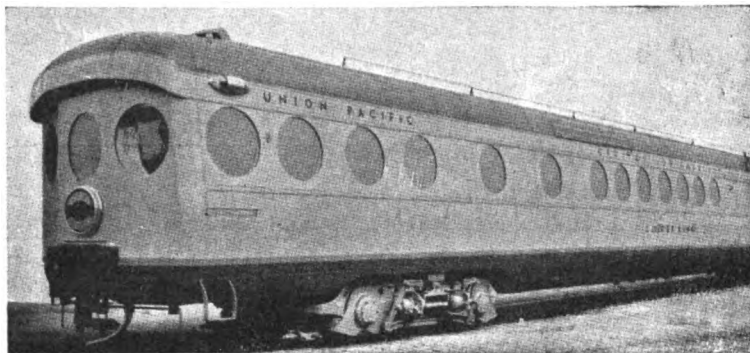
Si faranno ancora prove con carichi molto più considerevoli in modo da imitare anche l'effetto del grande numero di tensioni accidentali di elevato valore, che si producono in servizio.

Si ritiene che il limite attuale di percorso, da 400.000 km. a 500.000 km., prima di scartare gli assali, potrà essere portato a 800.000 km. e persino a 1.600.000 km., operante mediante la speciale lavorazione. — G. M. Rossi.

(B. S.) Vetri polarizzatori della luce per le finestre dei treni (*Railway Gazette*, 28 aprile 1939).

Secondo la teoria classica dei fisici, la trasmissione della luce avviene per la vibrazione ondulatoria dell'etere in tutte le direzioni. Se però si fa passare un raggio luminoso attraverso corpi speciali *polarizzanti*, questi riducono le vibrazioni delle onde ad una sola direzione. Interponendo sul percorso del raggio polarizzato un secondo corpo polarizzatore questo farà passare tutte le vibrazioni luminose, parte di esse o le arresterà in modo completo a seconda che il suo piano di polarizzazione sia parallelo, inclinato o perpendicolare a quello del primo sistema polarizzante.

A sostituire i corpi cristallini polarizzanti naturali, assai costosi, è stata scoperta in America una sostanza detta Polaroid che ha l'apparenza di celluloide scura ed ha le stesse proprietà dei corpi polarizzanti rispetto alla luce: essa infatti trasmette polarizzato il 99,8 % della luce che riceve. Dischi di Polaroid sono stati applicati alle 29 finestre circolari con diametro di m. 0,685 di

una carrozza panoramica, il « Copper King », incluso nel treno aerodinamico City of Los Angeles della Union Pacific Railroad. Questi dischi che possono ruotare e sono comandati da apposito commutatore, possono intercettare parte o tutta la luce dei raggi solari, permettendo di stabilire nell'interno del veicolo una luminosità gradevole agli occhi dei passeggeri. Gli americani chiamano ciò: il condizionamento della luce. Siccome la luce riflessa è sempre largamente polarizzata, i dischi di Polaroid proteggono inoltre i viaggiatori dalla luce riflessa da specchi d'acqua e simili. Il vagone può trasportare 41 persone ed ha un arredamento interno color rame, con poltrone verdi, che giustificano il suo nome di « Re del rame ». Esso è inoltre munito di bar, bagno e barbiere. — W. TARTARINI.

B. S.) Il costo della velocità dei treni (*The Engineer*, 8 febbraio 1939).

In una conferenza tenuta innanzi all'Associazione degli ingegneri e dei costruttori navali della Scozia è stata ampiamente trattata, con acuto spirito critico, la questione della continua tendenza ad aumentare la velocità dei treni. Quantunque noi dissentiamo in molti punti dai concetti esposti dall'A., tuttavia riteniamo utile dare un riassunto dell'articolo, non senza osservare che evidentemente l'A. non ha tenuti presenti — tra l'altro — i treni composti di normali vetture, ma rimorchiati da potenti locomotori elettrici; treni che, mentre fanno raggiungere velocità medie altissime, nulla tolgono alle comodità che tanto stanno a cuore del viaggiatore.

Il raggiungimento di sempre più alte velocità sulle ferrovie non può cominciare e finire con l'approvigionamento di locomotive più potenti, con l'adozione di sagome aerodinamiche, di vetture in leghe di alluminio, di cuscinetti a rulli per i supporti, ecc. Si deve pensare molto anche alla via, e a tutti i suoi annessi; sicchè il costo delle alte velocità è molto più alto di quello reso necessario per i miglioramenti del solo materiale rotabile. Questo concetto, del resto, è innato in ogni tecnico ferroviario: egli ha sempre pensato, da quando esistono le ferrovie, che la locomotiva e la via sono inseparabili, nell'intento di assicurare un servizio soddisfacente. Il costruttore della via deve tenere presenti le esigenze del costruttore di locomotive, e viceversa. Quando all'esercente di una ferrovia giungono i reclami del pubblico tendenti ad ottenere maggiori velocità dei treni, egli è portato spesso a pensare se i reclamanti hanno soltanto tentato di preventivare le spese che imporrebbe un aumento anche solo di pochi chilometri all'ora di velocità. Per fare un esempio, si cita che la sola ferrovia L.M.S., nella previsione di stabilire servizi ad alta velocità verso il nord, preventivò circa 98.000 tonnellate di rotaie e 1.663.374 traverse. In genere si può dire che, quando si modifica notevolmente il regime di velocità dei treni, si devono rivedere chilometri e chilometri di linea, aumentare i raggi delle curve, sistemare le sopraelevazioni, rinforzare i ponti, sostituire gli scambi, ecc

Si sente dire spesso, per quanto riguarda la Gran Bretagna, che non è necessario aumentare molto le velocità, e che, se anche essa volesse seguire l'esempio della Germania, la via attuale sarebbe senz'altro sufficiente. Ciò può essere vero per quanto riguarda il peso delle rotaie e la resistenza dei ponti; ma resterebbe ancora l'allineamento del binario, l'allargamento delle

curve la ricostruzione degli scambi e degli incroci, nonchè la sistemazione delle sopraelevazioni. Ma c'è un'altra ragione per cui tali treni non corrono nel Regno Unito. Pochi anni fa, quando il famoso treno tedesco « L'Amburghese Volante » fece trasalire il mondo, la Compagnia ferroviaria inglese L.N.E.R. domandò ai costruttori di preventivare un simile treno per lei Il treno proposto pesava 115 tonn., aveva 140 posti a sedere e permetteva di andare in 4 1/4 ore, in un senso o nell'altro, da Newcastle e Londra.

Il presidente della compagnia fece fare allora corse di prova con una delle sue locomotive Pacific, che rimorchiava un treno di sette vetture, che era certamente più pesante, ma che offriva maggior numero di posti e maggiori comodità: si riscontrò che la corsa poteva essere effettuata in 4 ore. Allora le proposte germaniche non vennero accettate, e invece si costruì il treno « Silver Jubilee » (Giubileo d'argento), che aprì una nuova era nel traffico dei treni rapidi. Non è di scarsa importanza osservare che soltanto pochi chilometri di ferrovie inglesi possono essere riservati esclusivamente al traffico ad alta velocità, e che neppure un chilometro di linea potrebbe essere riservato a treni extraleggieri, extraveloci. Ci saranno sempre treni lenti e pesanti che dovranno circolare in qualsiasi tratto delle linee, e la via e le opere d'arte devono essere adattate a questi ultimi. Infatti, tutte le linee hanno un compromesso: un compromesso con questa difficoltà, che esse devono essere costruite per corrispondere al traffico più gravoso che possa capitare. A questo proposito l'A. della conferenza espose un concetto molto interessante. Si è sempre riconosciuto che l'accorciamento dei tempi del viaggio tra due punti terminali molto distanti deve essere ricercato non correndo pazzamente in discesa lungo pendenze favorevoli; ma sistemando le cose in modo di poter mantenere una velocità media alta. Ciò importa la costruzione di locomotive e di binario adatti a velocità di circa 100 km/ora in salita. Finora invece le linee erano state costruite nella presunzione che esse dovessero essere percorse a velocità limitata in salita. Ora, invece, i migliori treni percorrono le più forti pendenze ad alta velocità: il treno « Coronation Scot », ad esempio, percorre il tratto in forte pendenza, Shap, a 100 km/ora, e il tratto migliore di Beattock a 130 km. È facile comprendere che le spese per rifare le linee in tali salite come pure quelle occorrenti per predisporre tali speciali treni sono enormi; ed è ugualmente facile vedere che, per quanto riguarda gli altri treni, tali spese sono poco proficue.

L'A. cita una tabella allegata all'articolo, dalla quale si ricaverebbe che la Gran Bretagna ha il primato mondiale delle lunghezze medie dei percorsi dei treni a vapore a velocità di 100 km/ora ed oltre; e che, per quanto riguarda treni con tali velocità, la Gran Bretagna è di gran lunga superiore a qualsiasi altro paese europeo. Le alte velocità degli altri paesi sono ottenute principalmente con treni azionati da Diesel, che non offrono la comodità del materiale trainato a vapore. Il fatto è che il viaggiatore non può avere contemporaneamente l'alta velocità e le comodità a cui è abituato, salvo che con materiale rotabile relativamente pesante. L'una cosa deve essere sacrificata all'altra. L'A. conclude esprimendo la persuasione che, preso nell'insieme, il viaggiatore delle ferrovie britanniche preferirebbe velocità ragionevoli e molta comodità, piuttosto che treni super-rapidi e minore comodità. — F. Bagnoli.

Il Tevere a valle di Orte ed i laghi dell'alto e medio Lazio. Ing. Remo Catani, 1939.

L'autore espone il suo progetto per lo sfruttamento di tutta la Regione della destra del Tevere, da Orte al mare, ivi comprendendo anche i laghi di Vico, Martignano e Bracciano ed i relativi corsi d'acqua, promettendosi di conseguire i seguenti vantaggi:

1) Risultati autarchici: massima valorizzazione delle acque laziali, bonifiche, energia elettrica, comunicazioni, interessi dello Stato per canoni, tasse, ecc.

2) Idroscali di fortuna tra Roma ed Orte per circa 100 km.

3) Utilizzazione di una apposita galleria per deviare parzialmente il Tevere da Castel Giubileo al Mare, quale rifugio antiaereo di persone e materiali.

4) Irrigazione di circa 40.000 Ettari di terreno.

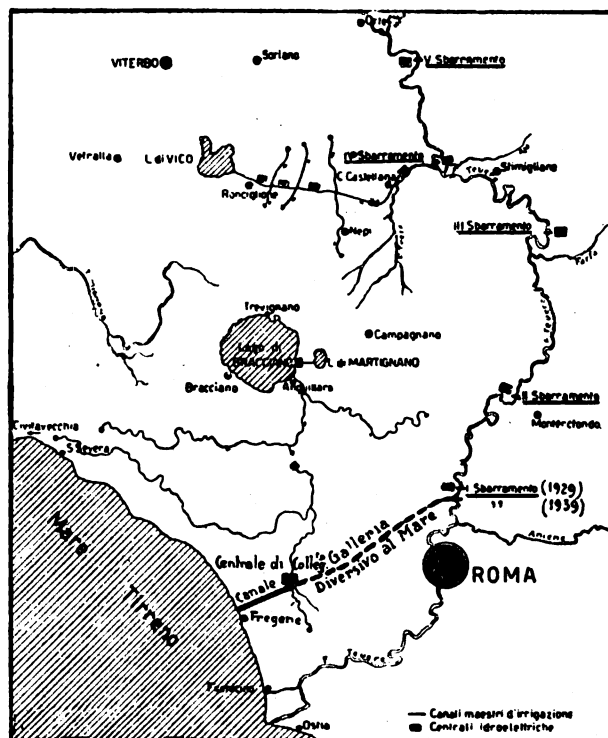
5) Produzione annuale di circa mezzo miliardo di KW/h, con molteplici Centrali, in parte sotterranee.

6) Eliminazione del pericolo delle piene del Tevere.

7) Il diversivo del Tevere al mare consentirebbe la creazione di magre artificiali per poter eseguire meglio e più economicamente lavori sul fondale del fiume.

8) Navigazione fra Roma ed Orte.

9) Massima utilizzazione del volume d'acqua.

Tutto ciò, secondo il progetto, si può raggiungere solo mantenendo strettamente connesso il sistema idraulico tiberino con il sistema lacuale Vico, Martignano, Bracciano.

Non presentandosi la Regione all'accumulazione delle acque mediante chiuse sul Tevere o formazioni di serbatoi artificiali, il progettista propone il principio dell'integrazione dell'energia, pompando acqua nel lavo di Vico. Questo lago — 507 m. sul mare — si presterebbe, dopo una opportuna sistemazione, a raccogliere acque che con forza elettrica in supero, verrebbe immessa in esso da dislivelli medi di circa 250 m., oltre a raccogliere le acque piovane della regione del Cimino, che si farebbero passare per una galleria. In tempi di magra, lo scarico del lago darebbe la possibilità di sfruttare un salto di 450 metri. Il lago di Vico quindi risolverebbe l'integrazione della energia elettrica.

I laghi di Martignano (270 m.) e Bracciano (164 m.), assolverebbero il compito d'invasare e distribuire le acque per irrigazione.

Il progetto prevede le seguenti opere d'arte:

1) Fra Orte e Castel Giubileo cinque sbarramenti.

2) Una parziale deviazione del Tevere da Castel Giubileo direttamente al mare con una galleria iniziale — 21 km. — la quale funzionerebbe:

a) a pelo libero con portata sino a 130 mc/sec.;

b) condotta a pressione, nelle massime piene, con portata di oltre 300 mc/sec.

3) Un invaso nel lago di Bracciano, mediante una galleria, delle acque del Fignone; un invaso nel lago di Martignano delle acque del Treja, le quali vengono poi immesse nel lago di Bracciano con una centrale elettrica automatica.

4) Canali maestri di irrigazione a suote di livello da circa 50 e 150 m. sul mare.

5) Minori centrali idro-elettriche automatiche, interposte tra questi canali, così che l'acqua dopo il salto, viene utilizzata per l'irrigazione. — G. M. Rossi.

(B. S.) La formazione dei manicotti di ghiaccio sulle linee di trasmissione. Un rimedio basato sul riscaldamento elettrico dei conduttori durante il servizio (*Rassegna Tecnica TIBB*, Tecnomasio Italiano Brown Boveri - Milano, 1939).

Nella stagione invernale in località umide ed elevate — superiori ai 700 metri — i conduttori di energia elettrica, corrono spesso il rischio di venir distrutti per il formarsi attorno ad essi di rilevanti manicotti di ghiaccio di varie forme, figure 1 e 2, generalmente a sezione allungata o a bandiera, essendo l'asta il conduttore, se formati sotto l'azione del vento.

Si osservarono manicotti di 14 cm. di spessore su conduttori di 35 mm²; di 7-8 cm. e talvolta di 11-13 cm. su conduttori di 4 mm. di diametro, con carichi, per ml. di linea, superiori a 12 kg.; di ben 40 cm. su linee di bassa tensione di 18 mm² (peso di 20 kg. per ml.).

Per quanto si ritennero necessarie temperature da — 1° a + 3° C e che un vento della forza di 10 kg per m² non consentisse la formazione di più di 3 diametri del conduttore, e se la forza è di 40 kg. non più di 2 diametri si notarono invece rilevanti manicotti da — 7 a — 25° e sotto l'azione di forti venti. La vicinanza dal suolo facilita la formazione di ghiaccio. Si notò la formazione di manicotti di 30 cm. — su conduttori di 4 mm. — in soli 30 minuti. Importante è l'orientamento delle linee. Il peso specifico è lieve e variabile raggiungendo talvolta quello del ghiaccio. La ripartizione del peso non è uniforme. Le rotture avvengono: 1) per trazione, sotto il peso del sovraccarico; 2) per torsione per gli squilibri derivanti dall'ineguale conformazione, specialmente verso gli attacchi; 3) per vibrazioni ripetute.

Fig. 1. — Formazione di ghiaccio sopra un palo. 1. Palo. — 2. Strato di ghiaccio. — 3. Isolatore con perno curvato. — 4. Sezione del palo con ghiaccio. — 5. Formazione di ghiaccio su di un conduttore.

Fig. 2. — Linea abbattuta a causa del ghiaccio.

I perni degli isolatori si deformano e rovesciano; i pali di legno si spezzano tra l'incastro e 2-3 m di altezza, quelli in cemento a ½ o ⅔ dell'altezza, a partire dalla base. La sola rottura di un conduttore provoca una sollecitazione eccessiva per torsione.

Onde evitare questi inconvenienti si sono studiati vari sistemi basati sul riscaldamento elettrico dei conduttori.

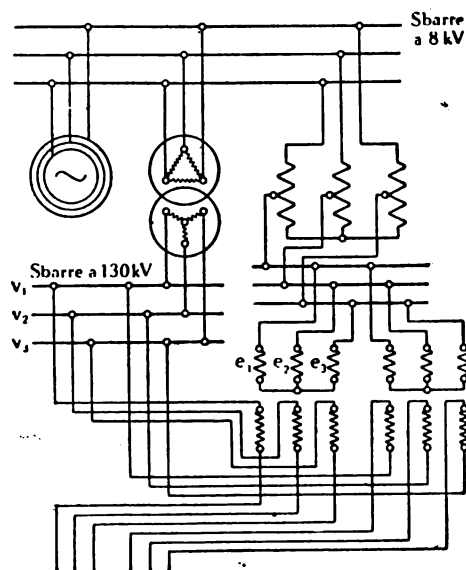



Fig. 3. — Schema di principio di un impianto per il riscaldamento di linee di trasporto di energia.

Si accenna ad un sistema adottato da un'importante Società italiana, il quale presenta il vantaggio di consentire la circolazione, nelle linee da riscaldare ,di una corrente regolabile a volontà ed indipendente dalla corrente di servizio, alla quale si sovrappone.

Il sistema presuppone che si abbiano due terne in parallelo collegate agli estremi alle sbarre delle rispettive centrali; per la regolazione della corrente, nel punto di partenza di ciascuna terna, è inserito il secondario di un trasformatore serie (il secondario aperto il primario a stella, figura 3). Le caratteristiche dell'impianto sono tali che la corrente di riscaldamento di una fase risulta sfasata di 90° rispetto alla corrente di esercizio della stesa fase. Non verificandosi in generale queste condizioni si ha nelle due linee un diverso riscaldamento e quindi per ovviare a questo inconveniente si è previsto di invertire di tanto in tanto il senso delle correnti di riscaldamento. — G. M. Rossi.

(B. S.) La protezione contro le corrosioni elettrolitiche e le nuove raccomandazioni del C.C.I.T. (*L'energia elettrica*, marzo 1939).

Le nuove raccomandazioni del Comitato Consultivo Internazionale Telefonico (C.C.I.T.) elaborate allo scopo di fornire alle amministrazioni telefoniche dei singoli Paesi norme precise aventi valore di legge, sono frutti di una serie di studi e di discussioni in seno a Comitati appositamente costituiti con l'intento di dirimere anche i contrasti esistenti tra gli enti proprietari di canalizzazioni e cavi sotterranei e quelli delle installazioni elettriche atte a produrre correnti vaganti. Hanno perciò il carattere di compromesso che si riscontra nella loro grande indeterminatezza dalla quale dovranno uscire, nel tradurre le raccomandazioni in Norme di legge, valevoli nei singoli Stati, i Comitati all'uopo costituiti.

Le raccomandazioni in parola sono suddivise nei seguenti capitoli:

a) Introduzione;

b) Disposizioni relative alle reti di trazione elettrica;

c) Disposizioni relative alle reti di cavi sotterranei;

d) Allegati;

che esamineremo separatamente soffermandoci maggiormente sui punti che interessano la trazione ferroviaria.

1) Le disposizioni relative agli impianti di trazione sono in generale più efficaci e più semplici di quelle da applicare ai cavi e spesso sono di utilità allo stesso esercizio della trazione, in quanto evitano anormali perdite di energia, corrosioni alle strutture e disturbi agli impianti di segnalamento.

Nelle raccomandazioni sono solo considerati gli impianti di tramvie urbane ed extraurbane e sono trascurati quelli ferroviari o filoviari.

Le ferrovie elettriche che acquistano, specialmente in Italia, sempre maggiore estensione, penetrano nelle città in corrispondenza delle stazioni e possono dar luogo, per le grandi intensità di corrente e le elevate tensioni impiegate, a differenze di potenziale tra rotaie e suolo ben più elevate di quanto non si abbia per le tramvie, per quanto la struttura della loro sede isoli meglio i binari e limiti la genesi delle correnti vaganti. Tuttavia si sono avuti casi preoccupanti di corrosione dovute alle ferrovie elettriche, e le stesse amministrazioni si sono premunite proteggendo in modo speciale i loro cavi, correnti lungo le sedi.

I cavi per la telefonia a grande distanza, che si trovano spesso e per lunghi tratti a breve distanza dalle rotaie di queste ferrovie, corrono pericolo di subire corrosioni, compromettendo servizi di grande importanza.

Per le filovie, mentre parrebbe, in un primo esame, che questo sistema di trazione avente le due polarità affidate a fili aerei e vetture con ruote di gomma non potesse avere alcuna interferenza col suolo, avviene, che per ragioni di sicurezza contro infortuni, un filo del sistema è normalmente collegato alla struttura metallica del veicolo e messo a terra in corrispondenza dei

fili di sostegno con le solite prese di terra affondate nel suolo. Di conseguenza il suolo è messo in parallelo con uno dei fili di contatto e si hanno quindi correnti vaganti che possono avere entità anche superiore che nel caso delle tramvie dove le rotaie non sono messe decisamente a terra. Il polo messo a terra è ancora quello negativo e quindi sono da temere le corrosioni elettrolitiche che già si sono manifestate in località a densità di traffico particolarmente intensa.

Occorrerà, per questo caso speciale, studiare prescrizioni speciali.

Le raccomandazioni riferentesi alla protezione da applicare ai cavi ed alle canalizzazioni, nel caso che esistano correnti vaganti, sono in gran parte comuni ai vari sistemi di trazione elettrica e possono essere ritenute di carattere generale.

2) Per ridurre le correnti vaganti nel suolo provenienti dalla struttura delle rotaie di un impianto di trazione elettrica occorre. contrastare il passaggio delle correnti verso terra dando a tutta la istallazione di ritorno della corrente di trazione, il migliore isolamento possibile verso il suolo; facilitare il ritorno della corrente nella struttura metallica col dare alle rotaie la massima conducibilità elettrica e disponendo opportunamente tutto il sistema di ritorno. Nei riguardi del primo punto non si possono dare particolari prescrizioni oltre a quelle relative al buon isolamento dei cavi di ritorno, perchè la natura dell'armamento è determinata da altre considerazioni; nei riguardi del secondo valgono le norme sulla resistenza dei giunti che deve essere ridotta quanto possibile con l'uso di saldature autogene o altre elettricamente equivalenti.

Le raccomandazioni indicano ancora in questo loro capitolo i valori massimi della caduta di tensione lungo le rotaie e quello della differenza di potenziale tra rotaia e suolo per i diversi tipi di rotaia. Il concetto di differenza di potenziale tra rotaie e suolo è poi ampiamente trattato in appendice. Il caso che maggiormente interessa è quello della differenza di tensione probabile tra rotaie e canalizzazioni immerse nel suolo: quando la rete di queste ultime è sufficientemente estesa e a buon contatto col suolo; si può ammettere che le variazioni di tensioni lungo la rete siano molto piccole e trascurabili rispetto a quella tra rotaie e canalizzazioni stesse.

Si può quindi ammettere, come prima approssimazione, che la rete in parola sia equipotenziale e che il suo potenziale sia quello del suolo in un punto infinitamente lontano. Questa ipotesi consente di confrontare i valori delle differenze di potenziale calcolati con quelli misurati.

Si accenna anche all'influenza della polarità della linea di contatto e si segnala l'opportunità di dare ad essa la polarità negativa anzichè la positiva; si segnalano gli effetti favorevoli di una inversione periodica della polarità della linea di contatto, ed infine si accenna al sistema di alimentazione a tre conduttori interessanti specialmente nel caso della filovia.

3) I mezzi di protezione da applicare alle reti di cavi sotterranei possono essere di due specie: I sistemi di protezione diretta e di protezione indiretta. I primi tendono ad impedire che la guaina metallica dei cavi si trovi a diretto contatto del suolo, ma sia invece isolata o schermata in modo da evitare le corrosioni chimiche ed impedire lo scambio di correnti tra suolo e guaina dei cavi. Si hanno tra l'altro le protezioni con rivestimenti colloidali (vernici colloidali a base di paraffine che contribuiscono a ridurre la velocità di attacco del metallo) refrattari all'azione chimica della elettrolisi. I secondi tendono ad impedire ed a limitare la circolazione delle correnti vaganti nelle guaine, ovvero tra guaine e terreno od anche a convogliare per via metallica le correnti circolanti nelle guaine stesse. Sono da mettere in particolare rilievo, anche perchè specialmente trattati nelle nuove raccomandazioni, i drenaggi elettrici, cioè quei sistemi tendenti a condurre direttamente alla sbarra negativa dell'impianto di trazione le correnti circolanti nelle canalizzazioni sotterranee mediante connessioni metalliche stabilite tra queste e le strutture negative dell'impianto a trazione, o in altre parole quei sistemi coi quali si tende a rendere negative anzichè positive dette canalizzazioni.

Questi sistemi, applicati senza accorgimenti speciali, possono dar luogo a notevoli inconvenienti, in Italia, per la protezione delle reti telefoniche di Milano, fu applicato un sistema di

drenaggio elettrico, ma con accorgimenti tutti speciali che consistono nel regolare il potenziale della guaina dei cavi ad un livello press'a poco uguale a quello del terreno circostante pur mantenendolo sempre negativo per impedire ogni pericolo di corrosione. Questo obbiettivo è raggiunto con l'applicazione simultanea ed appropriata di connessioni di resistenza opportuna fra la canalizzazione e le strutture negative dell'impianto di trazione e di sezionamento nella canalizzazione stessa scuntati con opportune resistenze (v. figura).

L'impiego di tali sezionamenti, detti giunti isolanti, è efficace e senza inconvenienti nel caso in cui siano molto vicini tra loro come è usato dalle Ferrovie dello Stato Italiane presso le linee elettrificate. Il sistema a cui si è accennato prende il nome di sistema di riduzione ai minimi potenziali negativi e ha dato risultati lusinghieri tanto negli impianti della S.T.I.P.E.L a Milano quanto in quelli della S.E.T a Napoli.

Un nuovo sistema di protezione segnalato nelle raccomandazioni è quello della protezione catodica che consiste nel dare alle canalizzazioni un potenziale negativo mediante una sorgente esterna di f.e.m. che si oppone a quella che è dovuta alle correnti vaganti ed anche a differenza di potenziale fra punti diversi del suolo.

4) Le misure relative alla elettrolisi sono molto difficili e complesse perchè richiedono la determinazione di correnti e di tensioni variabili rapidamente, relative a conduttori sotterranei spesso in suolo a conducibilità incerta, instabile e variabile da luogo a luogo. Dette misure devono poi essere eseguite senza alterare le condizioni locali ed infine devono tener conto della polarizzazione degli elettrodi e delle f.e.m. di contatto.

La classe di misure che ha maggiore interesse è quella degli scambi di corrente tra i cavi ed il suolo e fra le rotaie ed il suolo, perchè questa misura offre ad un tempo la maggiore difficoltà e la maggiore importanza in quanto questo scambio costituisce la essenza del fenomeno della elettrolisi. La predeterminazione di questo scambio è molto complessa ed indeterminata in quanto deve tener conto della resistenza al passaggio della corrente dipendende da due elementi difficili a precisare e cioè la conducibilità del suolo ed il percorso dei filetti di corrente. I metodi di misura sono svariati, alcuni (diretti) richiedono di praticare scavi nel terreno, altri (indiretti) non lo richiedono. Questi ultimi: metodo di Schlumberger-Gilbrat, metodo del Focaccia e metodo del Post-Office, sono differenziali e si basano sul confronto di differenze di potenziale messe tra loro in opposizione.

La determinazione dei valori medi della differenza di potenziale tra rotaie e canalizzazioni, richiede una misura estesa ad un periodo lavorativo di 24 ore e può servire allo scopo cui voltmetro registratore i cui diagrammi devono essere planimetrati. — Luigi Lamagna.

Formano oggetto di recensione i libri inviati alla Rivista in doppio esemplare. Quelli che pervengono in semplice esemplare sono soltanto registrati nella Bibliografia mensile.

Ing. Nestore Giovene, *direttore responsabile*

Stabilimento Tipografico Armani di M. Courrier – Roma, via Cesare Fracassini, 60

BIBLIOGRAFIA MENSILE FERROVIARIA

OTTOBRE 1939-XVII

PERIODICI

LINGUA ITALIANA

Rivista Tecnica delle Ferrovie italiane.

1939 — 625 . 92
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 79.
C. G. Fuortes e F. Notarbartolo. Funivia Piano S. Umberto-Piano Rosà, pag. 20, fig. 10, tav. 3.

1939 — 624 . 137 . 5
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 100.
P. Bona e A Clerici Bagozzi. Condizioni statiche dei muri di sostegno adottati per la linea Arona-Domodossola e confronto con i tipi normali delle F. S., pag. 10, fig. 12.

1939 — 620 . 16 : 666 . 982
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 113.
A. Perfetti. Prove in cantiere su travetti in calcestruzzo debolmente armati, pag. 8, fig. 2.

1939 — 656 . 22
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 112 (Informazioni).
Corsa di prova del 20 luglio: velocità massima Km/h. 203; velocità media di 176 Km/h. su 200 Km.

1939 — 385 . 113 (. 44)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 112 (Informazioni).
Per la valutazione dei risultati finanziari delle ferrovie francesi, pag. ½.

1939 — 621 . 365
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 121 (Libri e Riviste).
L'impianto di forni elettrici nelle officine ferroviarie, pag. ½.

1939 — 624 . 2 . 012 . 4
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 121 (Libri e Riviste).
Evoluzione nella costruzione dei ponti in cemento armato, pag. 1 ½, fig. 4.

1939 — 669 . 14
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 123 (Libri e Riviste).
Acciai autarchici inossidabili e resistenti agli acidi, pag. ½.

1939 — 656 . 2 . 073 . 6
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 124 (Libri e Riviste).
Prove di resistenza alle scosse degli imballaggi durante i trasporti, pag. 1, fig. 1.

1939 — 625 . 151
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 125 (Libri e Riviste).
Riscaldatori elettrici di scambi nel nodo ferroviario di Rock-Island, pag. 2, fig. 1.

1939 — 621 . 87
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 126 (Libri e Riviste).
La sicurezza nei carri-ponte, pag. 3 ½, fig. 6.

1939 — 624 . 159
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 130 (Libri e Riviste).
Sulle iniezioni di cemento, pag. 2.

1939 — 669 . 14
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 132 (Libri e Riviste).
Effetto di aggiunte di boro fino al 0,1 % sulle proprietà meccaniche dei getti di acciaio contenente da 0 a 5 % di nichel, pag. ½.

1939 — 385 . 113 e 621 . 138
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 132 (Libri e Riviste).
Un intenso uso delle locomotive procura alla Union Pacific un forte beneficio finanziario, pag. 2, fig. 2.

Annali dei Lavori Pubblici.

1939 — 624 . (154 + 155)
Annali dei Lavori Pubblici, luglio, pag. 676.
G. Cestelli. Sulle palificate di fondazione, pag. 9, fig. 11.

1939 — 669 . 71 : 624
Annali dei Lavori Pubblici, luglio, pag. 685.
D. De Simone. Possibilità di impiego delle leghe leggere nelle costruzioni civili.

L' Industria.

1939 — 38 e 656
L'Industria, luglio, pag. 279.
M. Maternini. La distanza media del trasporto nei mezzi pubblici extraurbani per la determinazione del traffico probabile, pag. 5 ½, fig. 28.

1939 — 656 . 073
L'Industria, agosto, pag. 334.
V. Grazioli. Bombole leggere per trasporto di metano.

1939 — 669 . 14
L'Industria, agosto, pag. 334.
E. Forcellini. La nitrurazione degli acciai, pag. 2 ½, fig. 6.

L' Elettrotecnica.

1939 — 621 . 313
L'Elettrotecnica, 10 agosto, pag. 522.
R. Di Stefano. Provvedimenti e proposte per raggiungere l'autarchia nelle costruzioni elettromeccaniche, pag. 9, fig. 8.

1939 — 621 . 316 . 727
L'Elettrotecnica, 10 agosto, pag. 541.
H. Schulze. Il miglioramento del fattore di potenza per mezzo di condensatori statici, pag. 1, fig. 2

1939 — 621 . 315 . 5
L'Elettrotecnica, 25 agosto, pag. 546.
G. Rebora. Conduttori per linee elettriche aeree o in cavo, pag. 4, fig. 3.

1939 — 016 : 621 . 3
L'Elettrotecnica, 10 settembre, pag. 604.
T. Leardini. La documentazione per l'elettrotecnica, pag. 2 ½, fig. 2.

Rassegna della sicurezza e dell'igiene del lavoro.

1939 — 621 . 316 . 9
Rassegna della Sicurezza e dell'igiene del lavoro, giugno, pag. 191.
A. Bardoscia. La protezione dei circuiti elettrici di distribuzione da sovratensioni atmosferiche, pag. 6, fig. 8 (continua).

**

LINGUA FRANCESE

Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer

1939 621 . 33 (. 44)

Bull. du Congrès des ch. de fer, agosto, pag. 787.
DUMAS (J.). L'électrification de la ligne de chemin de fer de Paris à Irun (Espagne). Achèvement du dernier tronçon Tours-Bordeaux, pag. 17, fig. 10.

1939 621 . 43

Bull. du Congrès des ch. de fer, agosto, pag. 804.
CHATEL. La suralimentation dans les moteurs Diesel, pag. 22, fig. 18.

1939 625 . 172

Bull. du Congrès de ch. de fer, agosto, pag. 826.
MAUZIN. Description d'une voiture permettant d'effectuer, à grande vitesse, l'auscultation des voies de chemins de fer, pag. 16, fig. 17.

1939 62 . (01 (. 73) & 625 . 143 (. 73)

Bull. du Congrès des ch. de fer, agosto, pag. 842.
JONES (W. C.). Moyens employés pour combattre la corrosion des rails dans le tunnel de Moffat, de 10 km. de longueur, pag. 10, fig. 4.

1939 62 . (01 (. 73) & 621 . 134 . 1 (. 73)

Bull. du Congrès des ch. de fer, agosto, pag. 852.
Essais d'essieux de locomotives, pag. 7, fig. 8.

1939 625 . 251

Bull. du Congrès des ch. de fer, agosto, pag. 859.
Le frottement des sabots de frein aux vitesses et pressions élevées, pag. 8, fig. 4.

1939 625 . 162 (. 73) & 656 . 259 (. 73)

Bull. du Congrès des ch. de fer, agosto, pag. 867.
Barrières automatiques de passage à niveau sur le St. Louis-San Francisco Railroad, pag. 6, fig. 7.

1939 621 . 132 . 5 (. 43)

Bull. du Congrès des ch. de fer, agosto, pag. 873.
Locomotive à vapeur surchauffée 1D1, série 41, de la Reichsbahn allemande pour trains de marchandises à grande vitesse, pag. 4, fig. 3.

1939 385 . (06 . 111

Bull. du Congrès des ch. de fer, agosto, pag. 877.
DOCUMENTS OFFICIELS DE LA COMMISSION PERMANENTE DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DU CONGRÈS DES CHEMINS DE FER. Réunion élargie de la Commission Permanente à Bruxelles (6 au 9 juillet 1939), pag. 6.

1939 656 . 254 (. 42)

Bull. du Congrès des ch. de fer, agosto, pag. 883.
Résultats obtenus avec le système Hudd d'arrêt automatique des trains sur le London Midland and Scottish Railway, pag. 6, fig. 4.

Revue Générale des Chemins de fer.

1939 385 . 15 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 3.
LÉVY. L'équilibre financier d'une exploitation ferroviaire ne doit pas être considéré comme un problème annuel, pag. 6, fig. 5.

1939 385 . 58 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 9.
CHATEL. Le Normalisation et l'Unification à la S.N.C.F., pag. 8, fig. 2.

1939 625 . 231 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 17.
RAURE et MAUGUIN. Allègement des voitures métalliques de banlieue de la Région Sud-Est, pag. 6, fig. 5.

1939 621 . 132 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 23.
LENTZ et METZLER. La locomotive « Santa Fe » (1-51) de la Région de l'Est de la S.N.C.F., pag. 10, fig. 14.

1939 625 . 17 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 33.
DONIZAU. Emploi de la méthode des flèches dans les traversées de gares, pag. 6, fig. 5.

1939 656 . 211 . 5 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 39.
Aménagement et agrandissement de la gare maritime de Calais, pag. 5, fig. 4.

1939 621 . 131 . 3 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 42.
LÉVI. Quelques observations au sujet du mouvement de lacet des locomotives en courbe, pag. 10.

1939 656 . 23 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 52.
(Informations).
Nouveau tarif des abonnements de la S. N. C. F., pag. 1 ½, fig. 2.

1939 621 . 131 (42)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 54.
Les chemins de fer à l'étranger.
Essais de locomotives sur le L.M.S., pag. 1, fig. 2.

1939 621 . 132 . 6 (41,5)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 55.
Les chemins de fer à l'étranger.
Nouvelles locomotives 2-3-0 du Great Southern Railway Irlandais, pag. 1, fig. 1.

1939 621 . 132 . 6

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 56.
Les chemins de fer à l'étranger.
Locomotive 3-2-2-3 à grande vitesse pour le Pennsylvania Railroad, pag. ½, fig. 1.

1939 621 . 431 . 72 . 3 (73)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 57.
Les chemins de fer à l'étranger.
Le 9e train Zéphir du Chicago Burlington et Quincy Railroad, pag. 1 ½, fig. 4.

1939 621 . 431 . 72 . 3 (489)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 58.
Les chemins de fer à l'étranger.
Les autorails Danois, pag. 2 ½, fig. 4

1939 625 . 235

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 61.
Les chemins de fer à l'étranger.
Amélioration de la ventilation des voitures, pag. ½, fig. 1.

1939 625 . 233 (73)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 61.
Les chemins de fer à l'étranger.
Un conditionnement de la lumière dans certains trains de luxe américains, pag. ½.

1939 625 . 245 . 9

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 62.
Les chemins de fer à l'étranger.
Les véhicules spéciaux pour l'entretien des caténaires sur le chemins de fer autrichiens, pag. 3, fig. 14.

DELL'ORTO
Ortofrigor

1939 625 . 245
Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 65.
Les chemins de fer à l'étranger.
Wagons spéciaux pour le transport des automobiles sous le tunnel St-Gothard, pag. 1, fig. 3.

1939 621 . 331 . 09
Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 66.
Les chemins de fer à l'étranger.
Électrification de la région du Reef des Chemins de fer Sud-Africain, pag. 1, fig. 2.

1939 656 . 211
Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 67.
Les chemins de fer à l'étranger.
Déplacements des gares de Bruges et d'Ostende, pag. 1, fig. 3.

Le Génie Civil.

1939 621 . 133
Le Géné Civil, 8 luglio, pag. 25.
J. Dumas. La locomotive 230, à chaudière Velox, de la Société Nationale des Chemins de fer français, pag. 5, fig. 7.

1939 624 . 15
Le Géné Civil, 8 luglio, pag. 30.
P. Caufourier. La mécanique des sols et son application à l'établissement des fondations, pag. 3, fig. 7.

LINGUA TEDESCA

Die Lokomotive

1939 621 . 132 (. 43)
Die Lokomotive, giugno, pag. 75.
W. Zimmermann. 1-D-1 Lokomotive Reihe 41 der Deutschen Reichsbahn für den Güterschnellverkehr, pag. 3, fig. 5.

Glasers Annalen.

1939 625 . 2
Glasers Annalen, 15 giugno, pag. 167.
K. Bennedik. Der Spannungsverlauf im Achshalterauschnitt der Schienenfahrzeuge, pag. 11, fig. 16.

1939 625 . 2 . 011 . 4
Glasers Annalen, 1° settembre, pag. 227.
W. Kaal. Die magnetische Abfederung, pag. 4, fig. 6.

Schweizerische Bauzeitung.

1939 624 . 19
Schweizerische Bauzeitung, 1° luglio, pag. 1.
C. Andreae. Zum Problem der Autostrassentunnel, pag. 5, fig. 10 (continua).

1939 53
Schweizerische Bauzeitung, 1° luglio, pag. 11.
Physikalische Grundlagen und Anwendungen der Wärmepumpe, pag. 2 ½, fig. 5.

LINGUA INGLESE

The Journal of the Institution of Electrical Engineers.

1939 621 . 317 . 8
The Journal of the Institution of Electrical Engineers, agosto, pag. 287.
J. A. Sumner. Electricity Supply tariffs and charges, pag. 3 ½, fig. 2.

Proceedings. The Institution of Mechanical Engineers.

1938 621 . 431 . 72
Proceedings - The Institution of Mechanical Engineers, ottobre-dicembre, pag. 67.
The control of Diesel Railcars, with particular reference to transmission, pag. 64, fig. 30.

1938 621 . 165
Proceedings - The Institution of Mechanical Engineers, ottobre-dicembre, pag. 399.
Stage efficiency, cumulative heat and rehat factor of steam turbine, pag. 54, fig. 28.

Mechanical Engineering.

1939 625 . 2 — 592
Mechanical Engineering: agosto, pag. 583; settembre, pag. 657.
Joseph C. Mc Cune. Braking high-speed trains as an Engineering problem, pag. 9 ½, fig. 12.

1939 669 — 15
Mechanical Engineering, agosto, pag. 589.
R. F. Miller. The strength of metals at elevated temperatures, pag. 6, fig. 13.

The Railway Gazette

1939 621 . 131
The Railway Gazette, 7 luglio, pag. 12.
Indian Pacific locomotive committee report, pag. 5, fig. 3.

1939 656 . 25
The Railway Gazette, 7 luglio, p. 23.
Detecting train movements by radio, pag. 1, fig. 1.

1939 625 . 285
The Railway Gazette, Supplement Diesel Railway Traction, 7 luglio, pag. 102.
The improvement of services by railcars, pag. 3, fig. 1.

1939 621 . 431 . 72
The Railway Gazette, 7 luglio, pag. 109.
Oil-engined shunter with modern transmission, pag. 1, fig. 1.

Engineering.

1939 669 . 14
Engineering, 16 giugno, pag. 726.
E. W. Colbeck e R. P. Corner. The effect of nitrogen additions and heat-treatment on the properties of high-chromium steels, pag. 2 ½, fig. 7.

1939 620 . 19
Engineering, 30 giugno, pag. 787.
L. Oljansk. Pitting corrosion of cast-iron and steel-pipes, pag. 1, fig. 4.

1939 621 . 431 . 72
Engineering, 14 luglio ,pag. 52.
350 B. HP Diesel-electric shunting locomotive, pag. 1, fig. 1.

1939 621 . 83
Engineering. 21 luglio, pag. 63.
A. Meldahl. The Brown-Boveri testing apparatus for gear-wheel material, pag. 3, fig. 11.

ANNO XXVIII - VOL. LVI - N. 5. RIVISTA MENSILE Roma, 15 novembre 1939 (Anno XVIII)
Abbonamento annuo: Pel Regno L. **72**; per l'Estero (U. P.) L. **120**. Un fascicolo separato rispettivamente L. **7,50** e L. **12,50**
Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani
Quota annuale di associazione L. **36**
Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL
Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani
COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE
FERROVIE DELLO STATO

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA - Via delle Terme di Diocleziano, 90 - Telefono 44-303

SOMMARIO

DISERBANTE
CHIMICO
LEGNANO

Anno XXVIII - Vol. LVI **15 Novembre 1939 - Anno XVIII - N. 5**

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Un secolo di sviluppo delle Ferrovie Italiane

II Conferenza generale tenuta nella riunione generale di Pisa (ottobre 1939-XVII)
della Società per il Progresso delle Scienze
dal Sen. Ing. L. VELANI, Direttore Generale delle F. S.

Proprio nell'anno 1839, quando, sotto lo sguardo sospettoso dei Governi, qui si riunirono per la prima volta i dotti italiani, dando origine alla Società per il Progresso delle Scienze, l'Italia inaugurava la sua prima ferrovia.

Questa fortuita coincidenza mi offre oggi la fortunata occasione di poter esporre in questo consesso dei maggiori esponenti del nostro pensiero scientifico, lo sviluppo, dovuto appunto alla scienza, delle nostre ferrovie durante i primi cento anni di vita. E sono felice di poterlo fare in questa città, nella quale ebbi la ventura di avere per maestri illustri scienziati, quali furono il Pacinotti, il Dini, il Bertini ed il Bianchi, alla cui memoria rivolgo il reverente pensiero.

La mia esposizione sarà la più breve possibile, ma è difficile condensare l'argomento in poche parole, anche limitandosi a considerare il solo lato delle applicazioni scientifiche, perchè ogni particolare della tecnica ha trovato applicazione nel servizio ferroviario. Conto perciò di essere scusato se in qualche parte non sarò sufficientemente chiaro e completo.

Accennerò anzitutto alle tappe che ci hanno portato dalla prima breve linea alla costituzione della nostra attuale rete ferroviaria. Parlerò poi dei progressi raggiunti nella costruzione delle linee e degli impianti fissi, accennando alle opere d'arte più importanti realizzate dai nostri tecnici, fermandomi in modo particolare sulla elettrificazione, che rappresenta un nostro primato e forma uno dei maggiori vanti dell'ingegneria italiana. Infine, dopo avere esposto l'evoluzione dei diversi tipi del materiale mobile, accennerò ai miglioramenti conseguiti nell'esercizio, illustrando i risultati da noi ottenuti durante il periodo fascista, specie in questi ultimi anni, risultati che, possiamo dirlo con orgoglio, hanno portato la nostra rete di Stato ai primi posti tra tutte le ferrovie di altre Nazioni.

I. — Sviluppo della rete.

a) *Periodo 1839-1860.* — Quando incominciarono a costruirsi le ferrovie in Europa ed in America — subito dopo il 1825 che vide la prima linea del mondo da Stockton a Darlington in Inghilterra — l'Italia, ancora divisa in piccoli Stati, si trovava

in condizioni politiche ed economiche non favorevoli allo sviluppo di iniziative del genere.

Un ingegnere straniero, pratico nella costruzione di ferrovie, Armando Bayard de la Vingtrie, venuto a Napoli nel 1836, ottenne da Re Ferdinando II la concessione per la costruzione e l'esercizio della prima ferrovia italiana da Napoli a Nocera e Castellammare di Stabia.

Il primo tronco di tale linea, di circa 7 Km. da Napoli a Portici, fu solennemente inaugurato il 3 ottobre 1839.

Seguirono poi, nel 1840, la Milano-Monza, nel 1842 la Padova-Mestre e nel 1844 la Livorno-Pisa, il cui progetto era stato presentato nel 1839 da Roberto Stephenson figlio del grande Giorgio.

Le prime nostre ferrovie furono principalmente intese a collegare il capoluogo dei diversi Stati col porto più importante: Milano con Venezia, Firenze con Livorno, Torino con Genova, Roma con Civitavecchia. Attorno a queste linee andarono poi man mano sviluppandosi reti più o meno grandi. Fra queste acquistò maggiore sviluppo la rete piemontese per il genio lungimirante di Cavour. Egli intuì subito i vantaggi che questo nuovo mezzo di comunicazione poteva apportare al Piemonte, che trovavasi allora in pieno fervore di espansione, e fece quindi rapidamente studiare ed attuare una rete di ferrovie atte a favorire i traffici verso il mare, verso la Svizzera, la Francia e la regione Lombardo-Veneta, e nello stesso tempo a facilitare lo svolgimento delle operazioni militari che si preparavano contro l'Austria.

Le ferrovie costruite nelle diverse regioni della Penisola, fino alla costituzione del Regno d'Italia, misuravano circa 1.700 Km., per la massima parte nell'Italia Settentrionale, ma formavano diversi gruppi ancora non collegati fra di loro.

b) *Periodo 1860-1885.* — Dopo il 1860 le costruzioni ferroviarie presero nel nostro Paese uno sviluppo rapidissimo, diventando potente mezzo per cementare l'unità nazionale. « Senza le ferrovie », diceva il Ministro Iacini al Re Vittorio Emanuele II, « forse non si sarebbe nemmeno potuta concepire la riunione delle varie provincie italiane, in un solo Stato ».

Già nel 1865 è completamente attivata la grande linea di comunicazione che da Torino e da Milano giunge a Brindisi. Quella linea è stata in gran parte costruita dalla Società delle Strade Ferrate Meridionali, sorta nel 1862 con elementi esclusivamente nazionali, che rappresentò il primo grande esperimento fatto dall'Italia valendosi delle sole sue forze economiche.

Nel 1864 Bologna si congiunge da una parte a Firenze, con la ferrovia Porrettana, e dall'altra a Venezia con la linea per Padova. Roma nello stesso anno si congiunge a Napoli con la linea per Cassino e nel 1866 ad Ancona con la linea per Foligno. Nello stesso periodo si attua la prima comunicazione di Roma con Firenze attraverso Foligno e Terontola, mentre la comunicazione più diretta, per Orte e Chiusi, viene attivata solo nel 1875. La Roma-Civitavecchia viene prolungata fino a Pisa e da Pisa sino a Genova con la difficile e pittoresca linea della Spezia. Napoli arriva al litorale Adriatico con la linea Benevento-Foggia e raggiunge il litorale Jonico con la linea Battipaglia-Metaponto. Attraverso quest'ultima linea e quella litoranea da Metaponto a Reggio, si riesce a costituire la prima congiunzione ferroviaria fra Napoli e la Calabria, in attesa della congiunzione diretta lungo il litorale Tirreno, che si aprirà solo nel 1894.

In questo periodo si aprono anche le prime linee della Sicilia e della Sardegna.

Ma fra le tante linee tecnicamente importanti costruite in questo periodo occorre ricordare quella del Cenisio, alla quale si era particolarmente interessato Camillo Cavour fino agli ultimi giorni della sua vita, sostenendo vivaci e dotte discussioni anche in Parlamento. Quella linea, inaugurata nel 1871, oltre a costituire un brillantissimo trionfo della tecnica italiana, per la perforazione della galleria, permise all'Italia di mettere in particolare valore la sua favorevole posizione geografica nel Mediterraneo, aprendolo al rapido transito dei traffici fra l'Europa Nord-occidentale e l'Oriente. La grande barriera delle Alpi, che era stata fino allora così difficile e così pericolosa ad attraversarsi, era stata finalmente aperta ai rapidi e comodi viaggi, che si moltiplicarono quando, poco appresso, fu perforata anche la galleria del Gottardo, e nel 1906 quella del Sempione, tutte opere colossali che sono state eseguite quasi esclusivamente da tecnici e da operai italiani.

Durante il primo venticinquennio del Regno d'Italia la nostra rete ferroviaria si accrebbe di oltre 8.000 Km., raggiungendo nel 1885 circa 10.000 Km.

c) *Periodo 1885-1905.* — Nel 1885, come è noto, il Governo affidò a tre grandi Società l'esercizio di 8.875 Km. di ferrovie e la costruzione della maggior parte delle linee che dovevano completare la rete e che assommavano ad altri 6.000 Km.

Fra queste ultime le più importanti sono la Succursale dei Giovi, costruita dalla Mediterranea per dare al porto di Genova, in continua espansione, un nuovo e più agevole sbocco verso la valle del Po, e l'accennata linea del Sempione, costruita pure dalla stessa Mediterranea.

d) *Periodo 1905-1939.* — Il 1° luglio 1905 alle tre Società private subentrò l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato, la quale, per merito del suo primo Direttore Generale Ing. Riccardo Bianchi, portò in breve l'esercizio ferroviario italiano ad un notevole grado di perfezione. Alla costruzione di nuove linee per conto dello Stato, provvide in un primo tempo la stessa Amministrazione delle Ferrovie; in seguito, e precisamente dopo il 1925, tale compito fu assegnato ad una Direzione appositamente costituitasi presso il Ministero dei Lavori Pubblici.

Le Ferrovie costruite per conto dello Stato dal 1905 ad oggi misurano 1.650 Km. e fra di esse sono specialmente da ricordarsi la Cuneo-Ventimiglia e le due direttissime Roma-Napoli e Firenze-Bologna. Quelle costruite nello stesso periodo da privati misurano 3.500 Km.

Oggi, pertanto, la rete dello Stato, aumentata anche dalle linee ex austriache delle nuove Provincie e da altre riscattate, misura circa 17.000 Km., mentre le ferrovie esercitate da Società private misurano circa 6.000 Km.

Le prime linee furono quasi tutte costruite a doppio binario, perchè non si riteneva possibile assicurare in altro modo il movimento dei treni nei due sensi della strada. In seguito, però, istituite le stazioni di incrocio, e perfezionato il sistema di movimento dei treni, si provvide largamente alla costruzione di linee a semplice binario, che permettevano di ridurre le spese di impianto.

Sulla nostra rete si è avuta sempre grande preponderanza di linee a semplice binario.

In questi ultimi anni si è provveduto alla costruzione dei raddoppi sui tratti insufficienti a smaltire il traffico su di un solo binario, con importanti opere, e con la costruzione, in alcuni casi, di tronchi assolutamente nuovi. Ora sono in corso di costruzione i doppi binari nei tratti di Domodossola-Arona, Orte-Terni e San Remo-Bordighera. Allo stato attuale più di un quarto della rete ha il doppio binario.

Dal 1905 ad oggi l'esercizio di Stato ha dato ottima prova ed ha mantenuto, nelle sue linee generali, l'assetto datogli da Riccardo Bianchi.

Unica sostanziale variazione fu quella apportata dal Governo Fascista per avere una più diretta ingerenza nel funzionamento del maggiore organismo industriale dello Stato. L'Amministrazione ferroviaria fu messa alla dipendenza diretta del Ministro delle Comunicazioni, che divenne anche il Presidente del Consiglio di Amministrazione.

Tale nuovo ordinamento ha dato i magnifici risultati che tutti conoscono e che traggono la loro origine principalmente dalle qualità eccezionali degli uomini che il Duce ha saputo scegliere per il delicato ed importante còmpito di Ministro delle Comunicazioni.

Ed a questo proposito, Camerati, consentite a me, suo devoto ed affezionato collaboratore per tanti anni, di rivolgere un memore pensiero a Costanzo Ciano, che delle nostre Ferrovie fu il riordinatore ed il vivificatore, da questa città di Pisa, che Egli amò dello stesso amore che egli nutriva per le altre due città prossime, nelle quali iniziò e concluse la sua vita eroica ed operosa. Consentitemi un minuto di raccoglimento in omaggio alla sua memoria, che resterà eternamente impressa nella mente e nel cuore di tutti i ferrovieri.

II. — Impianti fissi.

a) *Gallerie.* — Illustrerò ora brevemente le principali opere d'ingegneria che sono state eseguite sulle nostre linee ferroviarie. Queste, per la conformazione del suolo e per la natura geologica dei terreni da attraversare, hanno presentato notevoli difficoltà per i nostri tecnici, ma hanno nello stesso tempo, dato loro tante occasioni di far rifulgere il genio italiano.

Le primissime ferrovie, che si svolsero in regioni facili e pianeggianti, sono quasi completamente prive di gallerie. Ferdinando II delle Due Sicilie ne aveva espressamente vietata la costruzione, perchè riteneva che dessero luogo ad immoralità. Quando però si dovettero incominciare a costruire ferrovie in terreni accidentati, le gallerie furono indispensabili ed i nostri ingegneri procedettero rapidamente nello sviluppo di questa parte della tecnica.

La prima linea che merita di essere ricordata per questo riguardo, è la vecchia linea dei Giovi. Detta linea, con pendenza fino al 35 per mille, attraversa l'Appennino nella regione dei Giovi, che veniva descritta come una località sorvolata solo dagli uccelli e talvolta percorsa da qualche ardito cacciatore. La galleria di valico ha quasi il 29 per mille di pendenza ed uno sviluppo di 3.265 m. che, per quei tempi, era considerato di straordinaria lunghezza.

Molte gallerie, insieme ad altre notevoli opere d'arte contiene pure la linea Porrettana, il cui tracciato fu studiato in modo veramente meraviglioso e diede lo spunto allo studio delle gallerie elicoidali delle linee di accesso al Gottardo.

La Genova-Spezia, pur avendo andamento pianeggiante, può paragonarsi alle più difficili linee di montagna, perchè ha dovuto aprirsi il passaggio attraverso le numerose propaggini dell'Appennino che sulla riviera ligure si spingono fino al mare. Per più della metà del suo sviluppo è in galleria; la parte allo scoperto è piena di viadotti, di ponti e di grandi opere di difesa della sede ferroviaria dalle insidie delle coste sovrastanti e delle onde del mare.

Ma dal lato tecnico, la più importante linea, tra le prime costruite, fu certamente quella del Cenisio, per la necessità di eseguire una galleria di circa 12 Km., sotto un massiccio alto circa 1.090 metri, senza quindi la possibilità di utilizzare pozzi verticali od obliqui per aumentare i punti di attacco e rendere più facile l'aereazione dei cantieri di lavoro.

Furono al riguardo proposti ed esperimentati molti apparecchi, ma la soluzione dell'arduo problema fu dovuta ai tre giovani ingegneri piemontesi Sommeiller, Grandis e Grattoni, che idearono e misero in funzione perforatrici mosse dall'aria compressa, la quale provvedeva anche alla ventilazione delle gallerie di lavoro.

L'avanzata dello scavo, iniziata in un primo tempo a mano, risultava di appena 70 centimetri al giorno, ma quando cominciarono ad utilizzarsi le perforatrici meccaniche, si potè progredire dai due imbocchi di circa metri 3,50 al giorno, in modo che la galleria fu ultimata in 14 invece dei 25 anni previsti.

Le roccie incontrate furono generalmente compatte e le infiltrazioni d'acqua risultarono scarse, circostanze che non si verificarono in molte gallerie di altre linee, per le quali la natura dei terreni mise a dura prova la perizia dei nostri ingegneri.

Fra queste vanno ricordate quelle della Cristina, della Starza e di Ariano sulla linea Napoli-Foggia.

I tecnici ferroviari, diretti dall'Ing. Giuseppe Lanino, dovettero per quelle gallerie, affrontare difficoltà mai sino allora incontrate nella perforazione di terreni terziari sconvolti, formati essenzialmente da argille scagliose.

Sono inoltre da segnalarsi la galleria di Gattico sulla Borgomanero-Arona e quella del Colle di Tenda sulla Cuneo-Ventimiglia. Nella prima fu necessario adottare il sistema di costruzione con cassoni ad aria compressa, e nell'altra si dovette escogitare uno speciale sistema di avanzata con armatura metallica a scudo.

Sulla direttissima Roma-Napoli la costruzione della galleria sotto quest'ultima città, attraverso terreni di riporto, sui quali esistevano numerosi fabbricati d'abitazione, richiese spese ingenti e cure delicatissime. Nella galleria di Pozzuoli, scavata in mezzo alle solfatare, essendosi incontrate roccie che avevano la temperatura di 77 centigradi e dalle quali fuoruscivano abbondanti emanazioni gassose, il lavoro riuscì difficile e richiese eccezionali provvedimenti.

La direttissima Bologna-Firenze, che può considerarsi il capolavoro dell'ingegneria ferroviaria italiana, comprende la grande galleria dell'Appennino lunga Km. 19, 1/2, che ha al suo centro una stazione per le precedenze dei treni. Nella perforazione di tale galleria si son dovuti attraversare terreni fortemente spingenti, si sono incontrate forti infiltrazioni d'acqua che talvolta hanno assunto l'aspetto di veri torrenti, ed infine si sono avute emanazioni di gas metano. Dopo molte manifestazioni secondarie, che pur produssero danni ai lavori e vittime fra gli operai, la più abbondante fuoruscita di gas si verificò il 3 agosto 1928 con fortissimi scoppi ed incendio dei

cantieri di lavoro. Vista l'impossibilità di domare le fiamme, si provvide ad allagare totalmente il cunicolo di avanzata aggirando la sorgente del gas con un altro cunicolo laterale fino al di là dei cantieri inaccessibili. In questi le fiamme continuarono ad ardere per circa sei mesi, dopo i quali, con opportuni provvedimenti di sicurezza, si potè ripristinare il lavoro normale.

Si può dunque concludere che, nella costruzione delle gallerie, gli ingegneri italiani non si sono arrestati davanti a nessuna difficoltà ed hanno vinto non solo gli ostacoli della terra, ma anche quelli dell'acqua e del fuoco. E dopo la costruzione si sono distinti anche in occasione dell'esercizio. Infatti il primo che ideò e realizzò la ventilazione delle gallerie fu un nostro ingegnere, il Saccardo.

b) *Ponti e viadotti.* — Data la natura accidentata della meggior parte delle regioni italiane e la gran quantità di corsi d'acqua, per lo più temporanei, che le attraversano, si è dovuto ricorrere, in larga misura, alla costruzione di ponti e viadotti. Solo di ponti in ferro ve ne sono circa 7.000 sulla rete dello Stato.

Nei primi tempi furono molto usate, anche per economia, le strutture metalliche, che venivano costruite sia da Ditte estere che da Ditte nazionali. Fra queste ultime ricorderò la Società di Savigliano che costruì il più notevole ponte metallico italiano, quello di Paterno d'Adda, il quale ha un arco di metri 150 di luce e sovrastante trave continua, e l'Impresa napoletana dell'Ing. Cottrau che costruì, fra l'altro, i grandiosi viadotti di Castellaneta, Palagianello e di S. Stefano, alti circa 70 metri, sulla linea Bari-Taranto.

La struttura muraria costa di più, ma è più autarchica di ogni altra e presenta molti vantaggi: lievi spese di manutenzione, possibilità di consentire aumenti nel sovraccarico accidentale, scarsa sensibilità delle azioni dinamiche e durata secolare. Non sempre però è possibile adottarla per esigenze di profilo.

Notevoli opere in muratura sono il ponte di Morbegno d'Adda, il viadotto di Recco, i grandi viadotti della linea Bari-Taranto recentemente sostituiti ai viadotti in ferro e il grandioso ponte di Salcano presso Gorizia, ricostruito dopo la guerra mondiale.

Il cemento armato compare nelle costruzioni ferroviarie verso i primi anni di questo secolo, sviluppandosi in piccoli e grandi ponti e specialmente in cavalcavia.

Le linee snelle ed eleganti dei nostri più importanti ponti e viadotti ferroviari, la loro arditezza e grandiosità stanno luminosamente a dimostrare il grado di perfezione raggiunto dell'ingegneria italiana.

Nell'importante campo di studi e di esperienze relative ai ponti in ferro, i tecnici italiani hanno dato, fino dai primi tempi delle nostre ferrovie, un importante contributo. Dobbiamo al Rombaux della Società « Alta Italia », ed all'Ing. Biglia del Commissariato Governativo, l'inizio, dopo il 1870, di studi metodici e di norme regolatrici. Ma più di tutti eccelse il Castigliano, pure della Società « Alta Italia », con i suoi originalissimi metodi di calcolo dei sistemi elastici.

Con la costituzione dell'esercizio di Stato, ebbe inizio una generale ed organica sistemazione dei ponti metallici esistenti, provvedimento che ebbe il massimo sviluppo sotto il Regime Fascista.

A scopo autarchico ultimamente sono stati impiegati acciai ad elevata resistenza e sono stati costruiti ponti completamente saldati coi quali si raggiunge una economia del 20 % di metallo.

Lo studio dei progetti e la sorveglianza dei lavori sono affidati ad apposito ufficio, il quale dispone dei più moderni mezzi di misura per lo studio sperimentale del comportamento statico e dinamico delle travate.

c) *Armamento.* — Le prime ferrovie costruite in Italia avevano armamenti del tipo a doppio fungo con rotaie del peso da 24 a 30 Kg. per metro, ed appoggi su dadi di pietra, che però vennero sostituiti ben presto con traverse di legno.

Le rotaie erano in ferro ed avevano lunghezza di 5 e 6 metri con appoggi distanti tra loro da m. 0,98 a 1,18. Su questi armamenti circolavano locomotive del peso massimo da 8 a 11 tonnellate per asse.

Poi la rotaia a doppio fungo scomparve e fu sostituita dalla rotaia a suola tipo Vignole, con appoggi su piastre metalliche; il ferro fu sostituito dall'acciaio, del quale furono continuamente migliorate le caratteristiche; il peso e la lunghezza andarono aumentando mentre diminuì la distanza degli appoggi.

Si posarono infatti in un primo tempo rotaie di un tipo quasi standardizzato di 36 Kg. e della lunghezza di 9 metri, portata ben presto a 12 m. Ai primordi, poi, dell'esercizio di Stato fu sentita la necessità di portare a Kg. 46 il peso, per le linee principali nei tratti allo scoperto, ed a 50 Kg. per quelli in galleria.

Fu allora studiato un vasto programma di sistemazione dei binari inteso ad adottare su tutte le linee principali questo nuovo tipo, a rafforzare, mediante aumento degli appoggi e modificazione delle giunzioni, gli armamenti da Kg. 36 sulle linee meno importanti ed a sostituire con le rotaie tolte d'opera i tipi di peso inferiore sulle linee secondarie. Ben poco sviluppo ebbe però questo programma prima della grande guerra e gli eventi successivi ne rallentarono ancora l'applicazione. Solo con l'avvento del Fascismo il programma ha potuto completamente svilupparsi ed oggi, non solo tutte le nostre linee principali sono armate con rotaie da 46 Kg., ma sono in corso rinnovamenti con tale tipo anche su linee meno importanti.

Però durante tutto questo periodo notevoli sono stati i miglioramenti e perfezionamenti apportati a tale armamento che era stato studiato nel 1905. Abbandonata la giunzione sospesa a sei fori si passò, dopo diversi altri tipi, a quella a quattro fori appoggiata su piastrone con traverse di giunzione accostate ed unite fra loro. La lunghezza normale della rotaia è stata portata in un primo tempo a 18, e successivamente a 36 metri, e sono in corso esperimenti per aumentare anche questa mediante saldatura delle rotaie tra loro, come già si pratica nelle lunghe gallerie. Un vasto programma di saldature è poi in corso per portare sulle linee principali almeno a metri 36 la lunghezza di tutte le rotaie. Altro perfezionamento, che ha migliorato sostanzialmente la condizione dell'armamento, è stata la sostituzione dell'attacco diretto con l'attacco indiretto, cioè con l'attacco delle rotaie alla piastra mediante bulloni indipendenti dall'attacco della piastra alla traversa, che continua ad essere fatto con caviglie. Inoltre gli appoggi sono stati fortemente aumentati, cosicchè si hanno oggi distanze di soli 60 centimetri fra traversa e traversa, e si sono migliorate le massicciate aumentandone l'altezza di 20 cm. e sostituendo la ghiaia con ottimo pietrisco di roccia dura a pezzatura fina.

Infine sono in corso esperimenti per provvedere ad un costipamento, mediante speciali rulli compressori, di questo pietrisco e, ove occorre, anche della sottostante sede, allo scopo di migliorare sempre più la stabilità dell'armamento e le condizioni di marcia dei treni.

Con tutti questi perfezionamenti, oggi le nostre linee possono sopportare carichi anche maggiori di 21 tonn. per asse e permettono di raggiungere velocità superiori ai 200 Km., come recenti prove hanno dimostrato.

d) *Segnalamento.* — Nel primitivo sviluppo del servizio ferroviario la circolazione dei treni si svolgeva in modo rudimentale e le segnalazioni si facevano a mezzo di bandiere, lanterne a mano, o cornette suonate dai guardiani scaglionati lungo le linee.

Quando però il traffico prese proporzioni più notevoli ed aumentò la velocità, si rese necessario fissare precise norme per proteggere e distanziare i treni, adottando all'uopo prima segnali a disco girevole e poi segnali semaforici con ali suscettibili di assumere due posizioni.

L'aumento della velocità dei treni rese poi necessaria la doppia segnalazione, con un segnale di preavviso.

I segnali erano dapprima illuminati solo di notte, ma recentemente è stata riconosciuta l'opportunità di estendere l'uso dei segnali permanentemente luminosi, che danno diverse indicazioni col diverso colore della luce, e che sono maggiormente visibili.

I segnali, come anche i deviatoi che vi sono intimamente connessi, erano dapprima manovrati sul posto dal personale della linea; poi vennero manovrati a distanza utilizzando fili metallici tesi a mano per mezzo di speciali leve di manovra. In seguito gli organi di manovra dei segnali e degli scambi, vennero opportunamente collegati tra loro, riunendo in un apparato centrale tutti quelli di una stazione.

Questi apparati furono dapprima azionati esclusivamente dalla forza dell'uomo, ma nel 1883 l'ing. Riccardo Bianchi ebbe per primo l'idea di utilizzare per la manovra, l'acqua sotto pressione, costruendo il dispositivo che è noto sotto il nome di *apparato idrodinamico Bianchi-Servettaz.*

Questo apparecchio, con il quale la tecnica ferroviaria degli impianti di sicurezza e di segnalamento fece un grandioso passo innanzi, ebbe larga diffusione in Italia ed all'estero. Anche oggi esso è in funzione a Londra per la manovra del Tower-Bridge sul Tamigi.

Ma in questi ultimi tempi si sono rapidamente sviluppati, ed hanno sostituito tutti gli altri, gli apparecchi di manovra completamente elettrici.

Contemporaneamente agli impianti centrali hanno progredito anche quelli di blocco intesi a regolare la marcia dei treni con distanziamento ad intervalli di spazio.

I tecnici delle Ferrovie dello Stato hanno sempre dedicato speciali cure allo studio di questi delicati apparecchi, ed in questi ultimi tempi sono riusciti a creare tipi unificati completamente italiani, che vengono costruiti in tutte le loro parti da Ditte nazionali.

e) *Stazioni.* — Le stazioni hanno acquistato sempre maggiore importanza man mano che il traffico cresceva ed il servizio diventava sempre più complesso. Non bisogna però credere che le stazioni delle prime linee fossero tanto semplici, perchè, ad esempio, già quella iniziale della linea Napoli-Portici era composta di vari edifici in muratura con molti impianti accessori. In tale stazione, come in molte altre delle prime ferrovie napoletane, era stata costruita una chiesa per dare modo ai viaggia-

tori ed al personale di servizio di ascoltarvi la messa. Tale speciale costruzione venne in seguito abbandonata, e credo che non esista ora nel mondo una sola stazione provvista di chiesa. Fra poco però vi sarà la stazione monumentale di Roma-Termini, in corso di costruzione, nel cui piano sotterraneo è prevista una graziosa cappella dedicata alla Santa protettrice d'Italia S. Caterina da Siena.

Importanti fabbricati viaggiatori, belli architettonicamente, furono nei primi anni costruiti nei principali centri della rete, fabbricati che in parte ancora esistono. Successivamente, e per lungo tempo, alla parte artistica non venne data la dovuta importanza, ma da quando il Duce fece rilevare che i forestieri, se non hanno generalmente occasione di vedere le bellezze del nostro Paese, vedono sempre le stazioni, l'Amministrazione Ferroviaria dette attiva opera al rinnovamento ed al loro abbellimento. Così in questi ultimi tempi sono sorti bei fabbricati viaggiatori, ed altri presto ne sorgeranno. Così è in corso un programma per migliorare tutte le nostre stazioni, sia dal punto di vista delle comodità del pubblico, sia per quanto riguarda la parte estetica, estendendo anche un razionale impiego di piante e fiori.

Col crescere delle esigenze del pubblico, le stazioni ampliarono non solo i loro fabbricati, ma anche i piazzali, specializzando i fasci di binari per i diversi servizi, ed affiancando ai medesimi i piani caricatori, con o senza magazzini, e rimesse per ricovero del materiale.

In vari centri poi fu necessario separare nettamente gli impianti a servizio dei treni viaggiatori da quelli relativi al servizio delle merci. Sorsero quindi le stazioni cosidette di smistamento, nelle quali tutto il traffico merci confluente viene diviso e riordinato per le diverse destinazioni.

La prima stazione di smistamento della nostra rete fu quella di Novi S. Bovo; si attivarono in seguito stazioni analoghe a Milano Sempione, Torino, Novara, Alessandria, Mestre e Bologna. Fra i più recenti e moderni impianti sono da segnalare la stazione di Milano Lambrate, quella di Roma Littorio, che ha cominciato a funzionare in questi giorni, e quella in corso di costruzione a Bologna in sostituzione della vecchia diventata insufficiente.

f) *Depositi. - Squadre rialzo. - Officine del materiale.* — I primi depositi per locomotive e le prime squadre rialzo veicoli erano molto modesti e costituiti da piccole rimesse entro i recinti delle stazioni; il macchinario si riduceva a pochi utensili per la piccola manutenzione durante le soste del materiale rotabile. Le riparazioni rilevanti venivano tutte eseguite nelle apposite officine, di cui le prime sorsero a Pietrarsa ed a Milano nel 1840, a Torino nel 1845, a Verona, Firenze, Bologna, Rimini, tra il 1850 ed il 1860.

Gradualmente aumentarono le necessità di lavorazione ed il compito dovette essere diviso fra i depositi, le squadre e le officine, che divennero specializzate solo per le grandi riparazioni; i depositi furono ingranditi e già dal 1880 al 1890 vediamo le prime rimesse locomotive semicircolari, con piattaforma di accesso.

Nel 1905 l'esercizio di Stato trovò tutti questi vecchi impianti inadeguati ai crescenti bisogni, spesso senza possibilità di miglioramenti e di ampliamento, perchè costretti entro gli angusti spazi delle stazioni quasi assediate dal crescente sviluppo cittadino, che esse stesse avevano contribuito a creare.

Fu perciò fin da quell'epoca iniziato un radicale programma di costruzione di de-

positi, squadre, officine, quasi sempre inquadrati nel piano regolatore dei rispettivi impianti ferroviari e delle nuove stazioni.

Molti vecchi impianti furono abbandonati e ne sorsero nuovi, suscettibili di ampia estensione.

Sospesi i lavori durante la guerra del '15-'18, furono ripresi con ritmo celere in Regime Fascista.

Mestre, Torino, Napoli, Roma, Milano, Firenze, Foggia, Bologna ed altri centri minori, ebbero nuovi impianti. Le officine esistenti si rimodernarono ed altre furono costruite a Vicenza e Foligno. Cosicchè oggi possiamo disporre di impianti moderni, razionali, con mezzi di sollevamento capaci di 80 tonn. e piattaforme girevoli da metri 21,50, nei suali impianti le lavorazioni sono redditizie.

Sale di riunione, refettori, spogliatoi, lavabi, bagni, infermerie, dormitori moderni, decorosamente e razionalmente arredati, sono di accogliente ospitalità per il riposo del personale e per la sua igiene, e così l'imperativo di « *andare verso il popolo* » è stato seguito con vera passione.

Il Deposito e la Squadra di Roma Littorio, che stanno sorgendo nei pressi della Capitale, riassumono in una ultima espressione di modernità queste direttive di marcia già da tempo tracciate e seguite dai tecnici ferroviari. In poche ferrovie del mondo si trovano oggi così diffusi impianti del genere come nella nostra rete di Stato.

III. - Trazione elettrica.

a) *Prime applicazioni.* — Spetta all'Italia, e precisamente all'Adriatica — alla quale si associò la Mediterranea — il merito di avere interessato il Governo alla applicazione della trazione elettrica quando, sul finire del secolo scorso, nessun esempio si aveva ancora nel campo propriamente ferroviario. Sorsero così nel 1901 i due noti esperimenti delle Valtellinesi e delle Varesine, nel primo dei quali si adottava la tensione di 3.000 Volt sulla conduttura di contatto. Mai prima di allora si era ritenuta praticamente possibile una conduttura di trazione a così alta tensione. Fu così sgombrato il campo da timori dimostratisi infondati e fu aperta la via a più ampi progressi.

Passato allo Stato l'esercizio ferroviario, la nuova Amministrazione si trovò di fronte ad una forte ripresa del traffico e fu merito di Riccardo Bianchi aver avuto la visione che a risolvere la difficile situazione, che si veniva creando, poteva concorrere, come potente ausilio, la trazione elettrica applicata nei punti di maggiore difficoltà, cioè sulle linee a forte pendenza. È del 1906 la decisione di elettrificare i principali valichi e primo fra essi quello della vecchia linea dei Giovi.

Lo stato della tecnica di allora, le caratteristiche della linea non lasciavano dubbi che la decisione dovesse essere per un impianto trifase con i perfezionamenti suggeriti dall'ormai lungo esercizio delle Valtellinesi. Nel giugno 1910 l'impianto era compiuto e con esso può dirsi abbia avuto inizio l'estensione della trazione elettrica su le nostre ferrovie. Infatti tra il 1910 e 1915 seguivano rapidamente il completamento della vecchia linea dei Giovi fino a Sampierdarena, la succursale dei Giovi, la Savona-Ceva, il prolungamento delle Valtellinesi da Lecco a Monza e la Bussoleno-Modane. Tre valichi tra i più gravosi erano così elettrificati quando scoppiò la grande guerra.

Il sistema trifase a frequenza ferroviaria veniva in seguito man mano esteso nella zona ligure-piemontese, dove nel 1922 si raggiungevano i 700 Km. di linee elettrificate.

b) *Sistema prescelto.* — Durante la guerra europea era stato attuato in America il primo importante impianto ferroviario a corrente continua a 3.000 Volt, i cui risultati si dimostrarono subito oltremodo interessanti. Con questo impianto infatti la corrente continua entrava di colpo a competere con gli altri sistemi nel campo ferroviario, permettendo elevata distanza tra le sottostazioni, conduttura di contatto unipolare ed infine energia di alimentazione primaria con le stesse caratteristiche di quella impiegata nelle ordinarie applicazioni industriali.

Quest'ultima circostanza doveva richiamare la nostra attenzione in vista dell'estensione che si intendeva dare alla trazione elettrica. La possibilità di inserire le sottostazioni in una rete destinata anche ad altri usi si presentava subito come un fatto di primaria importanza. Altrettanto importante era la possibilità di raggiungere più elevate velocità che non quelle consentite dalla complessa conduttura di contatto trifase. Questi furono i due motivi fondamentali per i quali si ritenne conveniente addivenire, nel 1926, alla attuazione di un primo impianto a corrente continua a 3.000 Volt sulla linea Benevento-Foggia. Venne poi subito prolungata l'elettrificazione fino a Napoli, impiegando nelle sottostazioni solo raddrizzatori a vapori di mercurio e realizzando così il primo impianto di grande trazione a 3.000 Volt nel quale la conversione della corrente si attuava con macchine statiche.

I risultati ottenuti furono decisivi per la scelta definitiva di tale sistema.

c) *Programma in corso di sviluppo.* — Nel 1932, ispirandosi alle direttive del Duce nel campo autarchico, fu stabilito di estendere l'elettrificazione a 9.000 Km. di linee. Il programma venne subito sviluppato con quella rapidità di attuazione che il nuovo clima creato dal Fascismo ha impresso a tutte le attività essenziali per il progresso ed il potenziamento del Paese, tanto che già due fasi di esso sono state attuate ed ora si inizia la terza.

Nell'esercizio 1938-1939 si è risparmiata l'importazione di 1.700.000 tonnellate di carbone, delle quali 1.067.000 sulle prime linee elettrificate in base al programma indicato. Coll'elettrificazione delle linee Orte-Falconara e Voghera-Milano-Chiasso, che saranno inaugurate il 28 di questo mese, se ne risparmieranno altre 105.000 ed a programma ultimato complessivamente due milioni e mezzo sui tre milioni di tonnellate che occorrerebbero per l'esercizio a vapore di tutta la rete.

L'Amministrazione ha costituito una propria rete di distribuzione, che viene integrata man mano che si sviluppa il programma, per garantire in ogni momento la regolare e più economica fornitura dell'energia.

Essa segue metodici studi ed esperienze sia per l'impiego il più esteso possibile di materiali autarchici, sia per ottenere sempre migliori rendimenti del sistema adottato.

Per maggiormente assicurare a buone condizioni l'energia elettrica occorrente, la Amministrazione, con una favorevole combinazione, si è assicurata il controllo della nuova Società Larderello per lo sfruttamento dei soffioni boraciferi. Voi avrete occasione di visitare in questi giorni i grandiosi impianti, che saranno rapidamente completati per arrivare entro il 1945 ad una produzione di un miliardo e mezzo di Kw.ora.

IV. - Materiale mobile.

a) *Locomotive a vapore.* — I mezzi di trazione furono nei primi tempi forniti solo dall'industria estera. La locomotiva Bayard della Napoli-Portici proveniva dai Cantieri di Newcastle, aveva tre assi, di cui solo quello mediano era motore; pesava 20 tonnellate e poteva sviluppare una potenza massima di 65 HP alla velocità di circa 50 Km.ora. Ben presto però anche i tecnici italiani, con quello spirito di iniziativa che contraddistingue il genio della nostra razza, vollero studiare tipi originali di locomotive adatti alle speciali esigenze delle nostre linee e del nostro traffico.

Citerò, a questo riguardo, gli studi fatti nel 1850 dagli ingegneri Sommeiller e Ruva delle ferrovie piemontesi, per risolvere il problema della trazione sulla vecchia linea dei Giovi, per la quale si riteneva necessario adottare la trazione funicolare, come era stato fatto all'estero anche su linee di minor pendenza. I detti tecnici riuscirono invece brillantemente ad utilizzare le macchine ad aderenza naturale che furono chiamate i Mastodonti dei Giovi.

L'impiego di queste macchine permise inoltre di fare importanti studi sul coefficiente di aderenza fra ruota e rotaia, fornendo utili elementi per i futuri progetti, sia delle locomotive, che delle nuove linee.

In seguito poi le due locomotive che, riunite fra loro, costituivano il tipo Mastodonte, vennero disunite e si adottò il sistema della doppia trazione con una locomotiva in testa e una in coda.

Intanto alcuni stabilimenti industriali italiani, già attrezzati per la costruzione e riparazione di macchinario navale, vollero cimentarsi anche nel campo delle costruzioni ferroviarie e dallo Stabilimento di Pietrarsa uscì, nel 1845, la prima locomotiva costruita in Italia a due assi accoppiati. Nel 1854 un'altra locomotiva pure a due assi accoppiati, fu costruita a Verona nelle Officine dell'Alta Italia e nel 1855 un'altra dalla ditta Ansaldo.

Tra il 1872 ed il 1880, a cura delle principali Amministrazioni ferroviarie italiane, cominciarono a costituirsi appositi uffici per lo studio scientifico dei problemi inerenti alla trazione ferroviaria. L'alta Italia e le Meridionali, trasformatesi nel 1885 in Mediterranea e Adriatica, impiantarono i loro uffici rispettivamente a Torino ed a Firenze.

In detti uffici passarono ingegneri valentissimi tra i quali sono da ricordarsi il Frescot, il Fadda ed il Ruva. Merita di essere ricordato anche il Chiazzari, che ideò il riscaldatore dell'acqua di alimentazione, assoluta novità nel campo dell'ingegneria ferroviaria mondiale. Gli studi erano specialmente rivolti a costruire tipi di locomotive adeguate alle nostre speciali esigenze. Occorrevano infatti macchine di limitato peso per asse in vista della scarsa resistenza dei numerosi ponti in ferro, e notevole valore della potenza specifica; caldaie e forni tali da permettere una elevata vaporizzazione e l'utilizzazione di carboni scelti.

Quando i progressi della metallurgia permisero di sostituire alle caldaie in ferro caldaie di acciaio, e di aumentare quindi la pressione di lavoro delle caldaie, si cominciò a dare sviluppo alla doppia espansione e fra le nuove locomotive, ricorderò in modo speciale quella studiata dall'ing. Plancher dell'Adriatica. Essa, con tre assi accoppiati e carrello anteriore (gruppo 370) aveva la caldaia in posizione invertita ed il focolaio di grandi dimensioni disposto sopra il carrello.

Questo tipo, per quanto poi sia stato abbandonato, destò allora notevole interesse e permise di eseguire una lunga serie di prove sistematiche, le quali segnarono l'inizio della scuola sperimentale di trazione delle Ferrovie italiane, che è stata in questi ultimi tempi dotata dei mezzi più perfezionati di prova.

Nel 1905 furono riuniti a Firenze gli studi di tutta la rete in un unico ufficio, che sotto l'alta e sapiente guida di Riccardo Bianchi, compì in breve tempo l'unificazione dei diversi tipi di locomotive ereditati dalle tre Società e provvide, rapidamente ed adeguatamente, ai nuovi bisogni creati dall'eccezionale sviluppo del traffico.

Fra i nuovi tipi di locomotive creati, ricorderò quello del gruppo 680 a tre assi accoppiati con carrello italiano pei treni viaggiatori, e quello del gruppo 470 a cinque assi accoppiati e ad aderenza totale, per treni merci su linee di montagna. Si ebbero in quel periodo le prime applicazioni del vapore surriscaldato.

Durante la guerra mondiale dal 1914 al 1918, le Ferrovie dello Stato, pur con un complesso di linee non adeguate alle grandi esigenze militari, compirono veri miracoli ed in particolare la organica e moderna preparazione dei mezzi di trazione si dimostrò elemento sostanziale del successo dei trasporti intensi e logoranti.

Dopo la guerra molte cure si dovettero dedicare per unificare e semplificare i numerosi tipi di nuove locomotive, di costruzione straniera, che erano entrati nel nostro parco come bottino di guerra, ma furono anche progettati nuovi tipi di locomotive fra i quali citerò il gruppo 746, a quattro assi accoppiati e carrello italiano, ed il gruppo 691, a tre assi accoppiati e carrello americano.

Dopo questi tipi però, in conseguenza dello sviluppo rapidissimo dell'elettrificazione della rete, non si costruirono altri tipi di locomotive a vapore, ma si continuò ad introdurre notevoli perfezionamenti in quelli esistenti, allo scopo di ridurre il consumo unitario di combustibile e rendere possibile l'impiego di combustibili nazionali.

Dopo il 1905, l'industria nazionale, validamente coadiuvata dall'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato, fu sempre meglio in grado di provvedere alla costruzione del materiale rotabile ferroviario, ma solo dopo l'avvento del Governo Fascista, si potè ottenere che le Ditte italiane provvedessero da sole al completo fabbisogno di rotabili.

L'attuale parco delle locomotive a vapore comprende circa 4200 unità, di cui il cinquanta per cento è a tre assi accoppiati, il quaranta per cento a quattro assi accoppiati, e il dieci per cento a cinque assi accoppiati.

La potenza unitaria delle nostre macchine, che raggiungeva appena i 65 HP nella locomotiva Bayard, crebbe a 300 HP circa nelle prime macchine Mastodonti dei Giovi, raggiunse 870 HP nelle gr. 370 dell'Adriatica e 1.000 HP nelle locomotive gr. 470, per culminare, nelle locomotive 746 e 691 con 1600 HP.

Il peso unitario della locomotiva per cavallo sviluppato, che risultava di circa 170 Kg. per la locomotiva Bayard e pei Mastodonti, è successivamente disceso a 75, 64,5 e 47 Kg. rispettivamente per gli altri tipi di locomotive indicati.

Il consumo di carbone per HP è passato da 12 ad un solo chilogrammo.

b) *Locomotive elettriche.* — Per la corrente trifase a bassa frequenza il gruppo di locomotiva più importante fu il 550, che fu utilizzato sulla vecchia linea dei Giovi. Su di essa facevano servizio le locomotive a vapore gr. 470 a cinque assi accoppiati con le quali si potevano effettuare, in tripla trazione, treni del peso rimorchiato di 450

tonnellate alla velocità di 25 Km.ora. Con le locomotive elettriche, pure in tripla trazione, riuscì possibile rimorchiare circa 530 tonn. alla velocità di 50 Km.ora. Tenuto anche conto della soppressione delle soggezioni per lo smaltimento del fumo nelle gallerie, la potenzialità della linea risultò triplicata.

Dopo il gruppo 550 furono costruite, sempre per le linee di montagna, altre locomotive elettriche più perfezionate e di maggiore potenza, tra le quali citerò il gruppo 551 da 2.700 HP ed il gruppo 554 pure di 2.700 HP, mentre per le linee pianeggianti il tipo più importante di locomotiva fu il 432 capace di sviluppare 3.000 HP con quattro velocità da 37,5 a 100 Km. l'ora.

Le locomotive a corrente continua sono state studiate in modo da presentare una grande semplicità costruttiva e sono praticamente di due soli tipi (626 e 428). Il loro peso medio per cavallo sviluppato è di circa 33 Kg. rispetto a quello di 47 Kg. dei migliori tipi di locomotive a vapore; la loro potenza massima è di 3.800 HP.

La riduzione a due soli tipi e l'unificazione dei principali loro organi, conferisce al nostro parco un primato, che gli viene riconosciuto anche dai tecnici stranieri, e che si traduce in una sensibile economia nelle spese di acquisto e di manutenzione delle parti di ricambio, ed in una maggiore facilità di esercizio per la più estesa conoscenza che il personale di macchina e di officina, può acquistare del loro funzionamento.

c) *Elettrotreni ed elettromotori.* — Per lo sviluppo del programma di miglioramento delle comunicazioni con treni leggeri, veloci e frequenti, la possibilità di esercizio a grandi velocità, che offre il sistema di trazione a corrente continua, ha dischiuso il campo alle più ardite applicazioni che si sono concretate negli *elettrotreni* e nelle *elettromotrici*.

Gli elettrotreni così bene graditi al pubblico, e dei quali un esemplare trovasi all'Esposizione di New York, fanno servizio fra Milano e Napoli e fra Roma e Livorno; l'elettromotrici sono già impiegate su diverse linee. Sono noti gli splendidi risultati delle corse di prova effettuate con l'elettrotreno sulla Roma-Napoli, e recentemente sulla Firenze-Milano, sulla quale si è raggiunta la velocità di primato di 203 Km.ora.

Sono ora in corso di costruzione altri elettrotreni sensibilmente migliorati, sia dal punto di vista autarchico, sia dal punto di vista della maggiore velocità e delle comodità di viaggio.

d) *Automotrici a combustione interna.* — Lo sviluppo dell'automobilismo indusse l'Amministrazione a studiare prima fra tutte, fino dal 1924, l'impiego di veicoli trasportanti se stessi ed azionati da motori a combustione interna. Tuttavia il vero decisivo sviluppo del sistema si iniziò nel 1932 ed il pubblico lo accolse con grande favore.

I primi servizi ai quali si provvide, furono quelli locali su linee secondarie, per alcune delle quali si riuscì a disimpegnare tutto il servizio viaggiatori, lasciando la trazione a vapore solo per i servizi merci. Poi si istituirono anche su linee principali servite a vapore o con trazione elettrica trifase non adatte alle alte velocità, servizi diretti fra due città importanti in modo da rendere possibile nella stessa giornata il viaggio di andata e ritorno.

Visti gli ottimi risultati ottenuti, le Ferrovie svilupparono rapidamente il programma tanto che ora sono in servizio circa 700 automotrici e ne sono in costruzione altre 250.

In modo diligente è curata la manutenzione e la riparazione di tali veicoli a mezzo di una speciale officina istituita a Firenze. Essa è organizzata in modo veramente razionale, è dotata di tutti i più moderni mezzi di riparazione e di prova ed è la più perfetta del genere, come è stato riconosciuto da moltissimi tecnici stranieri, che sono venuti appositamente a visitarla.

Sono stati eseguiti, e altri sono ancora in corso, esperimenti per la sostituzione della nafta con carburanti nazionali, e sono già pronte per essere messe in servizio corrente, anche alcune automotrici a gassogeno.

e) *Carrozze.* — Le prime carrozze viaggiatori riproducevano quasi esattamente la sagoma delle vetture stradali usate in quel tempo. Erano a due o tre assi e tanto il telaio che la cassa erano interamente di legno.

Nel 1869 entravano in servizio carrozze a telaio interamente metallico, ma con la cassa in legno costruita separatamente.

Tale sistema di costruzione rimase immutato ancora per molti decenni. Aumentarono tuttavia gradatamente, e specialmente in seguito all'adozione dei carrelli, le dimensioni della cassa, la cui lunghezza arrivò in alcuni tipi di carrozze a 17 e 18 metri.

Aumentarono pure le comodità offerte al pubblico con l'introduzione di ritirate, con l'adozione di un corridoio laterale lungo tutta la carrozza e di passerelle e mantici di intercomunicazione, con l'introduzione del riscaldamento a vapore regolabile da ogni compartimento e della illuminazione prima ad olio, poi a gas e finalmente elettrica.

Si provvide inoltre a migliorare l'andamento della marcia con l'impiego di organi di repulsione, di trazione e di sospensione più perfezionati e resistenti.

Nel 1921 le Ferrovie Italiane dello Stato, tra le prime ferrovie europee, adottarono, per le nuove costruzioni, il tipo di carrozza con cassa interamente metallica, caratterizzato principalmente dal fatto che cassa e telaio formano un tutto unico di acciaio in modo da far concorrere validamente alla resistenza anche la cassa. Stanno per entrare in servizio alcune carrozze in acciaio inossidabile meno pesanti di circa il 30 per cento di quelle ordinarie, e nelle quali si ha un minore impiego di materiali metallici di circa il 35 per cento. Sono inoltre in corso studi per la costruzione di carrozze con la cassa di alluminio.

Le nostre carrozze sono senza dubbio le migliori fra quelle che sono in servizio in Europa, specialmente quelle di terza classe con i sedili imbottiti di recente entrate in servizio.

f) *Carri.* — Non meno importante è il progresso fatto nella costruzione dei carri. Quelli usati nei primi anni di esercizio delle ferrovie erano di legno e scoperti; vennero successivamente quelli coperti e quelli ad alte e basse sponde, ecc.

Dopo il 1870 comparvero i primi carri a telaio di ferro con la cassa di legno; col 1905 si costruì l'ossatura della cassa in metallo e finalmente col 1930 si adottò, anche per i carri, la cassa interamente metallica. Si usarono organi di repulsione e di trazione più adeguati all'accresciuto peso dei treni e si applicarono a molti carri i dispositivi necessari per farli circolare in composizione ai treni viaggiatori. Si costruirono carri speciali, o con attrezzature speciali, e fra questi sono da citare specialmente i carri frigoriferi per trasporto di derrate.

Allo scopo di poter fare il servizio da porta a porta, sono state adottate le casse mobili, le quali sono vere e proprie parti di carro trasportabili da stabilimento a stabilimento e presentano il vantaggio di evitare, per alcune merci, costosi imballaggi. Si costruirono inoltre anche adatti carrelli per trasportare il carro ferroviario completo dalla rotaia sino all'abitazione od allo stabilimento e viceversa.

g) *Freni.* — Dai primi freni a leva, che ancora si trovano in alcuni parchi di ferrovie europee, specialmente per veicoli addetti al servizio di miniere, e che erano sufficienti per la velocità dei convogli di allora, si passò abbastanza presto ai freni a vite. Alla fine del secolo scorso si cominciò ad adottare i freni continui, ad aria compressa od a vuoto, nei primi tempi non automatici e poi automatici, ma applicati esclusivamente ai treni viaggiatori. Poco prima della guerra mondiale furono iniziate le prove con freni continui automatici adatti per i treni merci, che, data la lunghezza del convoglio, dovevano corrispondere a speciali condizioni. Numerosi sono stati i tipi di freno ideati e provati, ma anche in questo campo, possiamo vantare il primato, perchè il freno migliore è risultato il freno « Breda » ideato da due ingegneri delle F. S. il Diegoli e il Fasoli. L'applicazione nel campo pratico incominciò solo nel dopo guerra, e noi ora abbiamo in corso l'applicazione del « Breda » al nostro parco, di modo che riteniamo di poter attivare il freno continuo su tutti i treni merci entro il 1943, col vantaggio di poterne aumentare la velocità e di poter ridurre sensibilmente il numero degli agenti di scorta dei treni merci.

In questi ultimi anni, date le velocità che si vogliono raggiungere, è stato dai nostri tecnici perfezionato anche il freno per i treni viaggiatori, e le prime favorevoli applicazioni del nuovo tipo sono state fatte sugli elettrotreni, sulle elettromotrici e sulle automotrici.

Da quanto finora ho esposto risulta evidente che gli italiani si sono mantenuti alla testa in tutti i campi della tecnica ferroviaria. Ma debbo aggiungere che tale loro primato, specie nella costruzione di linee, è stato universalmente riconosciuto, tanto che essi hanno potuto lasciare traccia della loro opera e del loro genio non solo nella nostra Patria ma in tutti i continenti.

V. — Esercizio.

a) *Tipi di treni.* — Insieme con i miglioramenti apportati, via via, agli impianti ed al materiale di trasporto, le Amministrazioni ferroviarie si sforzarono di apportare successivi perfezionamenti al servizio dei treni, per corrispondere sempre meglio alle crescenti esigenze del traffico.

Da principio i treni erano tutti misti, servivano cioè nello stesso tempo il traffico viaggiatori e quello delle merci. Poi gradatamente si cominciò a specializzare i servizi, e per i viaggiatori furono istituiti treni appositi, differenziando anche i servizi a lungo percorso da quelli locali. Furono successivamente istituiti i treni accelerati, i diretti, i direttissimi, i rapidi ed i treni di lusso, ed in questi ultimi tempi ebbero largo sviluppo i treni popolari e i treni neve per sciatori. Per lungo tempo però furono mantenuti ancora diversi servizi con treni misti, e solo in questi ultimi anni le Ferrovie dello Stato hanno decisamente soppressi tali treni, che servivano male l'uno e l'altro dei due traffici.

Anche nel servizio merci i treni vennero mano a mano differenziati, e così si ebbero i treni raccoglitori, i merci diretti, i treni rapidi per collettame, i treni derrate, ecc.

b) *Acceleramento dei trasporti.* — All'inizio del servizio ferroviario si avevano sulle nostre linee velocità commerciali massime, per i treni viaggiatori, dai 40 ai 50 Km.-ora, che per lungo tempo non ebbero un incremento sensibile.

Infatti nel 1875, quando fu realizzata la prima comunicazione diretta fra Milano e Roma, la distanza di allora di 664 Km. veniva coperta in 16 ore, con una velocità media di circa 42 Km.-ora. E anche durante il lungo periodo che trascorse fino all'avvento del Fascismo i progressi nella rapidità dei viaggi erano stati molto scarsi, tanto che nel 1922 occorrevano ancora circa 13 ore per andare da Milano a Roma, e la velocità commerciale era appena cresciuta da 42 e 52 Km. Ma poi le cose cambiarono e nel 1935, in seguito anche all'attivazione della direttissima Firenze-Bologna, la durata del detto viaggio veniva ridotta a 7 ore e 40, con una velocità commerciale di 81 Km.-ora. Oggi con gli elettrotreni la durata del viaggio è di sole 6 ore, con una velocità commerciale di 105 Km.-ora, durata che, con l'orario di prossima attuazione verrà ancora ridotta, portando la velocità commerciale a 112 Km.-ora.

In questi ultimi anni l'aumento della velocità è stato uno degli scopi principali che si è prefisso di raggiungere l'Amministrazione Ferroviaria, ottenendo risultati oltremodo soddisfacenti. Tutte le velocità dei treni sono state sensibilmente aumentate, anche sulle linee di minore importanza; ma mi limiterò per brevità a segnalare solo i dati che si riferiscono ai treni a velocità più elevata.

Fino all'anno 1934, su di un complesso di 300 mila treni-chilometro effettuati giornalmente, solo 460 Km. erano effettuati a velocità commerciale compresa fra 90 e 100 Km.-ora, ma nessun treno raggiungeva ancora la velocità di 100 Km. l'ora.

Ora i treni chilometro giornalieri che si effettuano a velocità comprese fra i 90 e 100 Km. l'ora, sono cresciuti da 460 a 10,150, ed inoltre si effettuano 6.508 treni chilometro a velocità comprese fra 100 e 110 Km.-ora e 2.138 treni chilometro a velocità comprese fra 110 e 117 Km. l'ora.

Le massime velocità commerciali si ottengono con gli elettrotreni, i quali oggi compiono il percorso Bologna-Milano alla velecità commerciale di 117 Km.-ora, e quello Roma-Napoli alla velocità commerciale di 115 Km.-ora, velocità che, con l'orario prossimo, raggiungeranno rispettivamente i 125 ed i 123,5 Km.-ora, e, come tali, possono essere considerate velocità di primato.

Ho parlato dei treni viaggiatori, ma non si è trascurato neppure il servizio merci. Basta citare come esempio il caso di un treno derrate che da Reggio Calabria, prima del 1922, impiegava, per raggiungere il confine, 105 ore, ed ora ne impiega solo 50.

c) *Regolarità della circolazione.* — Come ormai è riconosciuto da tutti, compresi gli stranieri, la regolarità della circolazione, può dirsi perfetta e non teme qualsiasi confronto. Ed è tale — nonostante che gli impianti ed i mezzi non corrispondano sempre alle esigenze del servizio — per l'intelligenza, l'abnegazione e la disciplina del ferroviere italiano, che, nel clima del Fascismo ha sempre corrisposto in modo esemplare in ogni momento e per ogni evenienza, come anche recentemente si è potuto constatare.

Camerati,

Quando con il loro rapido sviluppo, i nuovi mezzi, automobilismo ed aviazione, cominciarono a far sensibilmente sentire la loro concorrenza, ci fu qualcuno che predisse la fine della ferrovia. Ma quel qualcuno sbagliò, perchè la centenaria ferrovia per ora non muore. Anzi essa, bruscamente svegliata dal lungo letargo dovuto alla vita comoda dello stato di monopolio in cui vegetava, è più viva e più vitale di prima. Il suo compito non è finito e non credo che finirà molto prossimamente; solo essa dovrà rapidamente migliorare, trasformandosi e adattandosi alle nuove esigenze.

Le nostre ferrovie stanno appunto facendo questo, sotto la guida geniale ed illuminata del Ministro Benni, il quale, come accennò alla Camera ed al Senato, ha recentemente approvato a tale scopo un grandioso programma di lavori e di provviste di materiale che sarà svolto quasi completamente entro il 1942 per l'Esposizione Mondiale, e che importerà la spesa complessiva di circa otto miliardi e mezzo.

La mia esposizione si è limitata, come avevo premesso, alla sola attrezzatura tecnica dell'Amministrazione ferroviaria, ma per dare una idea esatta della sua complessità, avrei dovuto parlare di molti altri argomenti. Avrei dovuto accennare all'attività finanziaria ed alla delicatissima azione commerciale. Avrei dovuto mettere in rilievo tutto ciò che si fa per svincolarci completamente dalla dipendenza dall'estero e per evitare gli sprechi di ogni genere, e far notare l'influenza che esercitano i notevoli lavori e le provviste ferroviarie sul mercato della mano d'opera e sull'industria nazionale. Avrei dovuto parlare della caratteristica istituzione Fascista della benemerita Milizia Ferroviaria e della sua diuturna opera silenziosa; segnalare gli importanti problemi della razionale organizzazione del lavoro del personale e passare in rassegna le svariate e numerose provvidenze attuate per venire incontro ai bisogni materiali, culturali e sociali dei ferrovieri e delle loro famiglie. E avrei dovuto infine ricordare i benefici che, anche fuori del suo naturale campo di azione l'Amministrazione della Ferrovie dello Stato apporta al Paese con istituzioni accessorie, quali la « Provvida », il Monopolio Carboni e Metalli, le Aziende Petroli di Albania e di Idrogenazione Combustibili. Ma avrei dovuto di troppo dilungare questa mia già lunga esposizione.

Ritengo pur tuttavia che da essa, sebbene limitata e sommaria, sia risultato ben chiaro che il nostro organismo ferroviario è in completa efficienza ed in pieno dinamismo.

Chi ha l'onore di parlarvi ha vissuto nell'Amministrazione ferroviaria, quasi 40 anni del primo secolo di vita delle nostre ferrovie, ed è in grado quindi di poter affermare con piena coscienza che il Paese può completamente contare su di esse in qualsiasi momento.

Seguendo le direttive del Duce, agli ordini di un Ministro che possiede, accoppiata al vivido ingegno, la lunga esperienza di provetto industriale, esse in tempi normali sono di valido aiuto allo sviluppo economico e sociale dell'Impero, ed in tempi eccezionali saranno pronte a qualsiasi cimento. I ferrovieri tutti sono orgogliosi del delicato compito loro assegnato, e vi si attengono con profonda fede e con intensa passione.

Confronto sperimentale tra due locomotive tipo 670 di cui una trasformata secondo il sistema "Franco„

Dott. Ing. Prof. U. BAJOCCHI, della R. Università di Roma

Riassunto. — Questo articolo è la prosecuzione ed il completamento di un altro apparso con lo stesso titolo nel numero di questa Rivista del 15 gennaio 1939; e contiene i bilanci termici e termodinamici medi integrali delle locomotive N. 672.001 (trasformata secondo il sistema « Franco ») e N. 671.026 (normale) rispettivamente per le corse N. 2647 (25 maggio 1937) e N. 2657 (23 giugno 1937) compiute — con velocità costante di circa 70 Km.-h — tra Ancona e Bologna.

Ai fini pratici, il risultato più interessante di questi bilanci è il seguente: per ogni 100 calorie deposte sulla griglia, ne pervengono al gancio di trazione solo 8,16 nella locomotiva trasformata contro 6,9 in quella normale.

Queste cifre confermano pienamente i risultati conseguiti ed illustrati nell'articolo fondamentale.

§ 1. — Questo articolo costituisce la prosecuzione ed il completamento di un altro apparso, in questo stesso anno e con lo stetto titolo, nel n. 1 di questa Rivista (15 gennaio 1939), pagg. 1-35; e si propone di addurre — in base alle ricerche ed alle determinazioni colà illustrate e compiute — alla compilazione ed alla rappresentazione grafica dei bilanci termici e termodinamici medi integrali (cioè estesi tra la griglia ed il gancio di trazione) di due corse compiute con le locomotive n. 672.001 (trasformata secondo il sistema « Franco ») e n. 671.026 (di tipo normale) durante il ciclo di esperienze che è oggetto dell'articolo fondamentale sopra ricordato. Tali bilanci riassumono in una sintesi molto semplice, e nello stesso tempo evidente ed efficace, le ricerche e determinazioni di cui alla prima nota; e rendono facile ed immediato lo studio ed il paragone — nei riguardi energetici — delle due locomotive messe a confronto.

§ 2. — Come è detto a pag. 35 dell'articolo fondamentale, i bilanci termici e termodinamici verranno redatti per le seguenti corse, compiute a regime, con la velocità costante di circa 70 Km/h, tra Ancona e Bologna:

a) corsa n. 2647, effettuata con la locomotiva n. 672.001 (trasformata) il 25 maggio 1937-XV; durante tale corsa si sono avute le seguenti temperature medie:

temperatura esterna: 25°;
» dell'acqua nel tender: 24°;

b) corsa n. 2657, effettuata con la locomotiva n. 671.026 (normale) il 23 giugno 1937-XV; durante tale corsa si sono avute le seguenti temperature medie:

temperatura esterna: 26,5°;
» dell'acqua nel tender: 19°.

Si ricorda che in ambedue i casi è stato impiegato un ottimo carbone *gros-criblé* della Ruhr avente le caratteristiche seguenti:

ceneri: 2,55 %;
materie volatili: 22,73 %;
umidità complessiva (costituita dall'acqua di imbibimento e dall'acqua igroscopica): 0,85 %;
potere calorifico superiore: 8394 calorie;
» » inferiore: 8135 »
pezzatura: come detto quasi senza polvere, con 5 ÷ 10 % di minuto.

Si ricorda altresì che la linea Ancona-Bologna, lunga Km. 204, ha la pendenza media del 0,2 ‰: ossia ha andamento praticamente pianeggiante.

Si richiamano in modo particolare i paragrafi 7, 8 e 9 (pagg. 10-25) dell'articolo fondamentale.

Tutte le determinazioni ivi compiute sono state effettuate facendo riferimento ad 1 Kg. di combustibile deposto sulle griglie: ossia assumendo come calore disponibile quello contenuto in 1 Kg. di combustibile e come calore utilizzato o come calore perduto le quote parti del primo effettivamente utilizzate o perdute.

Nei bilanci termici che seguono si farà invece riferimento — per ragioni ovvie di semplicità — a 100 calorie deposte sulle griglie.

Locomotiva n. 672.001 (trasformata)

§ 3. — Si richiamano le espressioni — riportate a pag. 14 dell'articolo fondamentale — dei rendimenti dell'apparato generatore di vapore di tale locomotiva:

$$R_1 = \text{rendimento totale} = \frac{\frac{A}{C}(E - t_t\, q - D)}{8135}$$

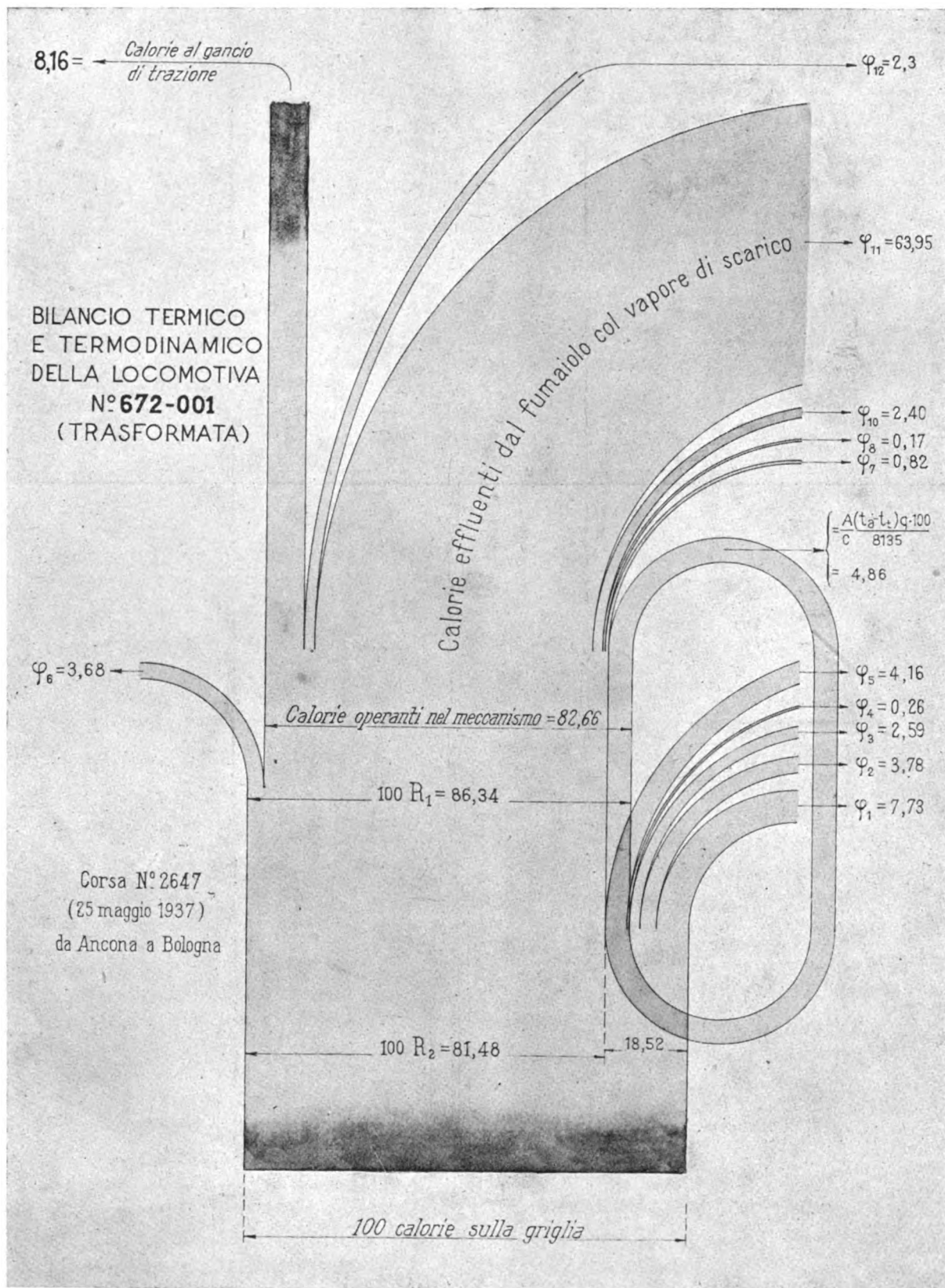
$$R_2 = \text{rendimento netto} = \frac{\frac{A}{C}(E - t_a\, q - D)}{8135}$$

Per rendete tali espressioni più evidenti ed in pari tempo più adatte all'impiego che ci accingiamo a farne, conviene trasformarle nel modo seguente:

R_2 = rendimento netto =

$$= \frac{\frac{A}{C}(E - t_a\, q - E)}{8135} - \frac{\frac{A}{C}\, t_t\, q}{8135} + \frac{\frac{A}{C}\, t_t\, q}{8135} =$$

$$= \frac{\frac{A}{C}(E - t_t\, q - D)}{8135} - \frac{\frac{A}{C}(t_a - t_t)\, q}{8135} = R_1 - \frac{\frac{A}{C}(t_a - t_t)\, q}{8135}$$

8,16 =
Calorie al gancio di trazione
φ_{12} = 2,3
φ_{11} = 63,95
Calorie effluenti dal fumaiolo col vapore di scarico
BILANCIO TERMICO
E TERMODINAMICO
DELLA LOCOMOTIVA
N° 672-001
(TRASFORMATA)
φ_{10} = 2,40
φ_8 = 0,17
φ_7 = 0,82
$= \frac{A(t_a - t_1)q \cdot 100}{C \quad 8135}$
= 4,86
φ_6 = 3,68
φ_5 = 4,16
φ_4 = 0,26
φ_3 = 2,59
φ_2 = 3,78
φ_1 = 7,73
Calorie operanti nel meccanismo = 82,66
100 R_1 = 86,34
Corsa N° 2647
(25 maggio 1937)
da Ancona a Bologna
100 R_2 = 81,48
18,52
100 calorie sulla griglia

Sostituendo nella penultima espressione a D il valore per esso indicato a pag. 11 dell'articolo fondamentale, si può anche scrivere:

R_2 = rendimento netto =

$$= \frac{\frac{A}{C}\left(E - t_t q - \frac{1}{20} E + \frac{1}{20} 643{,}5\right)}{8135} - \frac{\frac{A}{C}(t_a - t_t) q}{8135} =$$

$$= \frac{\left(1 - \frac{1}{20}\right)\frac{A}{C} E}{8135} + \frac{\frac{1}{20}\frac{A}{C} 643{,}5}{8135} - \frac{\frac{A}{C} t_t q}{8135} - \frac{\frac{A}{C}(t_a - t_t) q}{8135} =$$

$$= \left\{ \frac{\left(1 - \frac{1}{20}\right)\frac{A}{C} E}{8135} - \frac{\left(1 - \frac{1}{20}\right)\frac{A}{C} t_t q}{8135} \right\} +$$

$$\left\{ \frac{\frac{1}{20}\frac{A}{C} 643{,}5}{8135} - \frac{\frac{1}{20}\frac{A}{C} t_t q}{8135} \right\} - \frac{\frac{A}{C}(t_a - t_t) q}{8135}$$

Questa espressione mette in chiara luce il fatto, del resto ovvio, che i rendimenti ed i bilanci termici sono rispettivamente determinati ed impostati facendo riferimento alla quota termica dell'acqua nel tender; e consente la immediata traduzione in diagramma.

§ 4. — Poichè nella corsa n. 2647:

$\frac{A}{C}$ = 9,67 Kg. di vapore;

E = 756 calorie;

t_a = 65°,

t_t = 24°;

risulta:

$$R_2 = \{0{,}8537 - 0{,}027113\} + \{0{,}03824 - 0{,}001427\} - 0{,}0486 =$$
$$= 0{,}826587 + 0{,}036813 - 0{,}0486$$
$$= 0{,}8634 - 0{,}0486;$$
$$= 0{,}8148.$$

Il calore perduto ammonta dunque a 100 — 81,48 = 18,52 calorie che — per quanto si è visto nel paragrafo 9 dell'articolo fondamentale — sono costituite nel modo seguente:

a) perdita φ_1 per calore sensibile (la temperatura media dei prodotti della combustione nella camera a fumo del fumaiolo è stata — in questa corsa — di 173°)	7,73
b) perdita φ_2 per calore latente	3,78
c) perdita φ_3 per incombusti solidi residuati nelle tre camere a fumo .	2,59
d) perdita φ_4 per dispersione dal preriscaldatore a gas	0,26
e) perdite φ_5: perdita per incombusti lanciati — attraverso il camino — nell'atmosfera, perdite relative al ceneratoio, perdita per nero fumo, perdita per irradiazione dalla caldaia	4,16
	18,52

La quantità totale di calore contenuta nel complesso costituito dal vapore surriscaldato a 355° e dalla piccola quantità di vapore saturo direttamente utilizzato come tale ammonta dunque — beninteso per ogni 100 calorie deposte sulla griglia — ad 81,48 calorie, più 4,86 calorie ricuperate attraverso il preriscaldatore a vapore; cioè, in complesso, ad 86,34 calorie.

§ 5. — Di tale quantità di calore la parte contenuta nel vapor saturo che accede ed opera nella pompa Knorr d'alimentazione va perduta: essa ammonta a 3,6813 calorie. Rimangono dunque 82,6587 calorie che accedono integralmente — col vapore surriscaldato a 355° — al meccanismo.

§ 6. — Durante la corsa n. 2647 il percorso compiuto a regolatore aperto ammonta a 196.350 metri. Il corrispondente consumo di carbone è stato di 2060 Kg., pari a 2060 × 81,35 = 167.581 centinaia di calorie. Ne segue che ad ogni 100 calorie deposte sulla griglia hanno corrisposto:

$$\frac{196.350}{167.581} = 1{,}1732 \text{ metri percorsi con regolatore aperto.}$$

§ 7. — Il lavoro complessivo sviluppato al gancio di trazione del tender durante la intera corsa ammonta a 580.140.000 Kilogrammetri pari a:

$$\frac{580.140.000}{270.000} = 2148{,}7 \text{ cavalli-ora;}$$

d'altra parte la lunghezza percorsa con regolatore aperto ammonta — come si è detto — a 196.350 metri; quindi lo sforzo di trazione medio sviluppato al gancio di trazione del tender ammonta a:

$$\frac{580.140.000}{196.350} = 2954{,}6 = \text{circa } 2955 \text{ Kg.}$$

Poichè la durata del percorso effettuato con regolatore aperto ammonta a 10.285 secondi, la corrispondente velocità media ammonta a 68,8 Km/h e la potenza media sviluppata al gancio di trazione del tender ammonta a:

$$\frac{580.140.000}{10.285 \times 75} = \frac{2955 \times 68{,}8}{270} = 753 \text{ HP.}$$

La resistenza media complessivo della locomotiva al moto uniforme in rettifilo dev'essere determinata in base agli elementi seguenti:

a) la velocità media effettiva di marcia tenuta sul percorso effettuato con regolatore aperto è stata — come si è detto — di 68,8 Km/h;

b) durante la prova il peso medio della locomotiva, cioè con scorte in condizioni medie, era costituito nel modo seguente:

macchina	tonn.	69
tender	»	49
Totale . . .	tonn.	118

Conseguentemente la resistenza media suddetta risulta costituita nel modo seguente:

a) resistenza media dell'aria. Questa ammonta — nel caso in esame — a 224 Kg.;

b) resistenza media complessiva (cioè comprensiva anche della resistenza organica e netta della resistenza dell'aria) della macchina al moto uniforme in orizzontale e rettifilo. Ricerche sperimentali hanno dimostrato che — nel caso in esame e nelle condizioni sopra precisate di cose — essa ammonta al 6,15 ‰ e quindi, in complesso, a Kg. 425,04;

c) resistenza media del tender preriscaldatore al moto uniforme in orizzontale e rettifilo. Ricerche sperimentali hanno dimostrato che — nel caso in esame e nelle condizioni sopra precisate di cose — essa ammonta al 3,74 ‰ e quindi, in complesso, a 182,96 Kg.;

d) resistenza media dovuta alla gravità. La differenza di livello tra la stazione di Bologna e quella di Ancona è di 45 — 3 = 42 metri; quindi la pendenza media della linea è — come già si è detto — di circa il 0,2 ‰, in ascesa da Ancona verso Bologna. Ne segue che — nel caso in esame — la resistenza in discorso può essere trascurata senza diminuire per ciò il grado di approssimazione necessario e sufficiente per questa ricerca. E ciò è tanto più vero quando — come nella fattispecie — il bilancio termico e termodinamico venga limitato a sole 100 calorie deposte sulla griglia, e quindi allo spazio di m. 1,1732 (vedasi il paragrafo 6). Evidentemente il lavoro compiuto per effetto della gravità lungo tale spazio può — nel caso in esame — essere ritenuto — con approssimazione più che sufficiente — nullo.

In definitiva dunque la resistenza media complessiva (cioè comprensiva anche della resistenza organica) della locomotiva al moto uniforme in rettifilo può essere assunta pari a 224 + 425,04 + 182,96 = 832 Kg.

Quindi lo sforzo medio indicato, riferito al cerchione, è stato in media uguale a 2955 + 832 = 3787 Kg. Corrispondentemente la potenza media indicata (potenza complessiva al cerchione) è stata uguale a:

$$\frac{3787 \times 68,8}{270} = 965 \text{ HP.}$$

§ 8. — Ai suddetti sforzi medi di Kg.:

2955 al gancio del tender,
832 per la resistenza media complessiva della locomotiva,
3787 indicato riferito al cerchione,

esercitati per lo spazio di metri 1,1732, percorso per ogni 100 calorie deposte sulla griglia, corrispondono le seguenti energie meccanica e termica:

2955 × 1,1732 =	3466,89	chilogrammetri	=	8,1573	calorie
832 × 1,1732 =	976,20	»	=	2,297	»
3787 × 1,1732 =	4443,09	»	=	10,4543	calorie

§ 9. — Ai risultati sopra indicati è facile pervenire anche per altra via.

Infatti il consumo di carbone per cavallo ora reso al cerchione è risultato dalle

esperienze pari a Kg. 0,747. Quindi il lavoro compiuto al cerchione con 100 calorie deposte sulla griglia ammonta a:

$$100 \times \frac{270.000}{0,747 \times 8135} = 4443,09 \text{ Kilogrammetri.}$$

Da questa cifra è facile dedurre, con i calcoli precedentemente esposti, le altre.

§ 10. — Dunque delle 82,6587 calorie che accedono al regolatore ed al surriscaldatore (paragrafo 5) solo 10,4543 si trasformano in lavoro meccanico sugli steli; le altre 82,6587 — 10,4543 = 72,2044 vanno apparentemente perdute.

In effetto per altro una parte di esse viene deviata dallo scarico ed immessa nel preriscaldatore a vapore ed ivi in parte ricuperata. È facile calcolare le quantità di calore in gioco nel preriscaldatore, tenendo conto che la parte ricuperata ammonta a 4,86 calorie.

Tale calcolo verrà effettuato in base ai risultati delle esperienze compiute in Italia — tra il 1922 e il 1925 — su alcuni preriscaldatori d'acqua per locomotive, tra cui uno a superficie sistema Knorr in tutto simile a quello impiegato nel caso di cui trattasi (1). Invero le condizioni di funzionamento di tale preriscaldatore Knorr e quelle del preriscaldatore impiegato nella locomotiva Franco sono alquanto diverse (per es.: per il primo la temperatura dell'acqua era nel tender di 14°, all'uscita dal preriscaldatore di 92°; per il secondo la temperatura dell'acqua era nel tender di 24°, all'uscita dal preriscaldatore di 65°); ciò non pertanto il bilancio termico del primo può essere applicato al secondo con approssimazione sufficiente ai fini di questa ricerca: tanto più in quanto questa tende a selezionare le perdite che hanno luogo attraverso lo scappamento, cioè in una zona del diagramma energetico di scarso interesse pratico.

Dalle suddette esperienze dunque è risultato che il surriscaldatore Knorr che ne è stato oggetto ha il seguente bilancio termico percentuale, riferito a 100 calorie introdotte — mediante il vapore di scarico a 106° — nel preriscaldatore stesso (2):

a) calorie contenute nell'acqua d'alimentazione effluente dal preriscaldatore 83,10

b) calorie perdute per dispersione e perdite varie nel preriscaldatore . 2,90

c) calorie contenute nell'acqua di condensazione effluente dal preriscaldatore 14,00

d) calorie contenute nel vapore di scappamento introdotto nel preriscaldatore 100,00

Applicando tali percentuali al caso nostro, si ha:

a) calorie contenute nell'acqua d'alimentazione effluente dal preriscaldatore 4,86

b) calorie perdute per dispersione e perdite varie nel preriscaldatore . 0,1696

c) calorie contenute nell'acqua di condensazione effluente dal preriscaldatore 0,8184

d) calorie contenute nel vapore di scappamento introdotto nel preriscaldatore 5,848

Dunque delle 72,2044 calorie di cui si è parlato a principio di questo paragrafo, 5,848 sono immesse ed operano nel preriscaldatore a vapore e 66,3564 si disperdono in perdite varie e attraverso il fumaiolo col vapore di scarico.

§ 11. — È facile determinare questa ultima perdita e separarla dalle prime.

Dall'esperienza è risultato che l'acqua consumata durante l'intera corsa, dedotti i disperdimenti, è stata di 19.900 Kg. Ne segue che ad ogni 100 calorie deposte sulla griglia corrispondono $\frac{19.900}{167.581}$ = 0,1187 Kg. di vapore (vedasi il paragrafo 6).

Per altro tale peso — ai fini di questa ricerca — dev'essere ridotto nel modo seguente:

a) Peso lordo di vapore corrispondente a 100 calorie deposte sulla griglia . . . . Kg. 0.1187

b) Peso di vapore corrispondente come sopra e assorbito allo stato saturo dalla pompa Knorr: $\frac{1}{20}$ 0,1187 = Kg. 0,005935

c) Peso di vapore corrispondente come sopra e assorbito dal preriscaldatore a vapore (il contenuto termico del vapore di scarico alla pressione assoluta di 1,2 atmosfere ed alla temperatura di 106° è — rispetto all'acqua a 0° — di 643 calorie a Kg., ossia — rispetto all'acqua a 24° — di 619 calorie a Kg.): $\frac{5,848}{619}$ = ... » 0,009447

Kg. 0,015382 Kg. 0,015382

d) Peso netto di vapore corrispondente a 100 calorie deposte sulla griglia . . . . Kg. 0,103318

Quindi il calore perduto attraverso il fumaiolo col vapore di scarico ammonta a 619 × 0,103318 = 63,9538 calorie. Le rimanenti 66,3564 — 63,9538 = 2,4026 calorie sono assorbite da perdite varie, e cioè: per resistenza d'attrito attraverso il regolatore, per resistenza d'attrito attraverso la batteria del surriscaldatore, per resistenza d'attrito attraverso le luci d'introduzione, per azioni termiche varie, per dispersioni termiche varie, per resistenza d'attrito attraverso le luci di scarico, ecc. (3).

§ 12. — In definitiva le 82,6587 calorie che accedono al regolatore ed al preriscaldatore si frazionano nel modo seguente:

a) calore che si trasforma in lavoro meccanico utile al gancio di trazione: calorie 8,1573

b) calore che si trasforma in lavoro meccanico per vincere la resistenza dell'aria e per tenere in moto la locomotiva: calorie 2,297

Calore che si trasforma in lavoro meccanico sugli steli 10,4543

c) calore contenuto nell'acqua d'aiimentazione effluente dal preriscaldatore a vapore e quindi ricuperato: calorie 4,86

d) calore contenuto nell'acqua di condensazione effluente dal preriscaldatore a vapore: calorie 0,8184

e) calore perduto per dispersione e perdite varie nel preriscaldatore a vapore: calorie 0,1696

f) calore che va perduto in resistenza d'attrito attraverso il regolatore, in resistenza d'attrito attraverso la batteria del surriscaldatore, in resistenza d'attrito attraverso le luci d'introduzione, in azioni termiche varie, in dispersioni termiche varie, in resistenza d'attrito attraverso le luci di scarico, ecc.: calorie 2,4026

g) calore che va perduto col vapore di scarico attraverso il fumaiolo: calorie 63,9538

82,6587

§ 13. — In conclusione il bilancio termico e termodinamico medio integrale della locomotiva n. 672.001 (trasformata) durante la corsa n. 2647 può essere riassunto nel modo seguente.

	Calorie — valori esatti	Calorie — valori approssimati
1) Perdita φ_1 per calore sensibile	7,73	7,73
2) Perdita φ_2 per calore latente	3,78	3,78
3) Perdita φ per incombusti solidi residuati nelle camere a fumo	2,59	2,59
4) Perdita φ_4 per dispersione dal preriscaldatore a gas . .	0,26	0,26
5) Perdite φ_5: perdita per incombusti lanciati attraverso il camino nell'atmosfera, perdite relative al ceneratoio, perdita per nero fumo, perdita per irradiazione dalla caldaia	4,16	4,16
Totale perdite della caldaia	18,52	18,52
Calore ricuperato attraverso il preriscaldatore a vapore .	4,86	4,86
	13,66	13,66
6) Calore che — nel preriscaldatore a vapore — passa all'acqua d'iniezione	4,86	4,86
7) Perdita φ_6 per l'alimentazione della pompa Knorr con vapore saturo	3,6813	3,68
8) Perdita φ_7 per calore contenuto nell'acqua di condensazione effluente dal preriscaldatore a vapore	0,8184	0,82
9) Perdita φ_8 per dispersione e perdite varie nel preriscaldatore a vapore	0,1696	0,17
10) Perdita φ_{10} per resistenza d'attrito attraverso il regolatore, resistenza d'attrito attraverso la batteria del surriscaldatore, resistenza d'attrito attraverso le luci d'introduzione, azioni termiche varie, dispersioni termiche varie, resistenza d'attrito attraverso le luci di scarico, ecc.	2,4026	2,40
11) Perdita φ_{11} per calore contenuto nel vapore di scarico effluente dal fumaiolo	63,9538	63,95
	89,5457	89,54
12) Perdita φ_{12} per vincere la resistenza dell'aria e la resistenza della locomotiva al moto	2,2970	2,3
13) Calore che si trasforma in lavoro meccanico utile al gancio di trazione	8,1573	8,16
	100,—	100,—

Locomotiva n. 671.026 (normale)

§ 14. — Si richiamano le espressioni — riportate a pag. 14 dell'articolo fondamentale — dei rendimenti dell'apparato generatore di vapore di questa locomotiva:

$$R_1 = \text{Rendimento totale} = \frac{\frac{A}{C}\,(E - t_1\,q)}{8135}$$

$$R_2 = \text{rendimento netto} = \frac{\frac{A}{C}\,(E - t_1\,q + 4)}{8135}$$

Ne segue:

$$R_2 = \text{rendimento netto} = \frac{\frac{A}{C}(E - t_i\, q)}{8135} + \frac{\frac{A}{C}\,4}{8135} = R_1 + \frac{\frac{A}{C}\,4}{8135}$$

Anche queste espressioni mettono in chiara luce il fatto che i rendimenti ed i bilanci termici sono rispettivamente determinati ed impostati facendo riferimento alla quota termica dell'acqua nel tender.

§ 15. — Poichè nella corsa n. 2657:

$\frac{A}{C}$ = 8,06 Kg. di vapore;

E = 738,5 calorie;

t_i = 19°;

risulta:

$$R_2 = 0{,}712866 + 0{,}0039631 = 0{,}7168291 = \text{circa } 0{,}7168.$$

Il calore perduto ammonta dunque a 100 — 71,68 = 28,32 calorie che — per quanto si è visto nel paragrafo 9 dell'articolo fondamentale — sono costituite nel modo seguente:

a) perdita φ_1 per calore sensibile (la temperatura media dei prodotti della combustione nella camera a fumo del fumaiolo è stata, in questa corsa, di 306°)	15,35
b) perdita φ_2 per calore latente	5,91
c) perdita φ_3 per incombusti solidi residuati in camera a fumo	2,78
d) perdite φ_5: perdita per incombusti lanciati — attraverso il camino — nell'atmosfera, perdite relative al generatoio, perdita per nero fumo, perdita per irradiazione dalla caldaia	4,28
	28,32

Dunque la quantità totale di calore contenuta nel complesso costituito dal vapore surriscaldato a 321° e dalla piccola quantità di vapore che accede, allo stato saturo, agli iniettori, ammonta — beninteso per ogni 100 calorie deposte sulla griglia — a 71,68 calorie.

§ 16. — Di tale quantità di calore, una parte uguale ad:

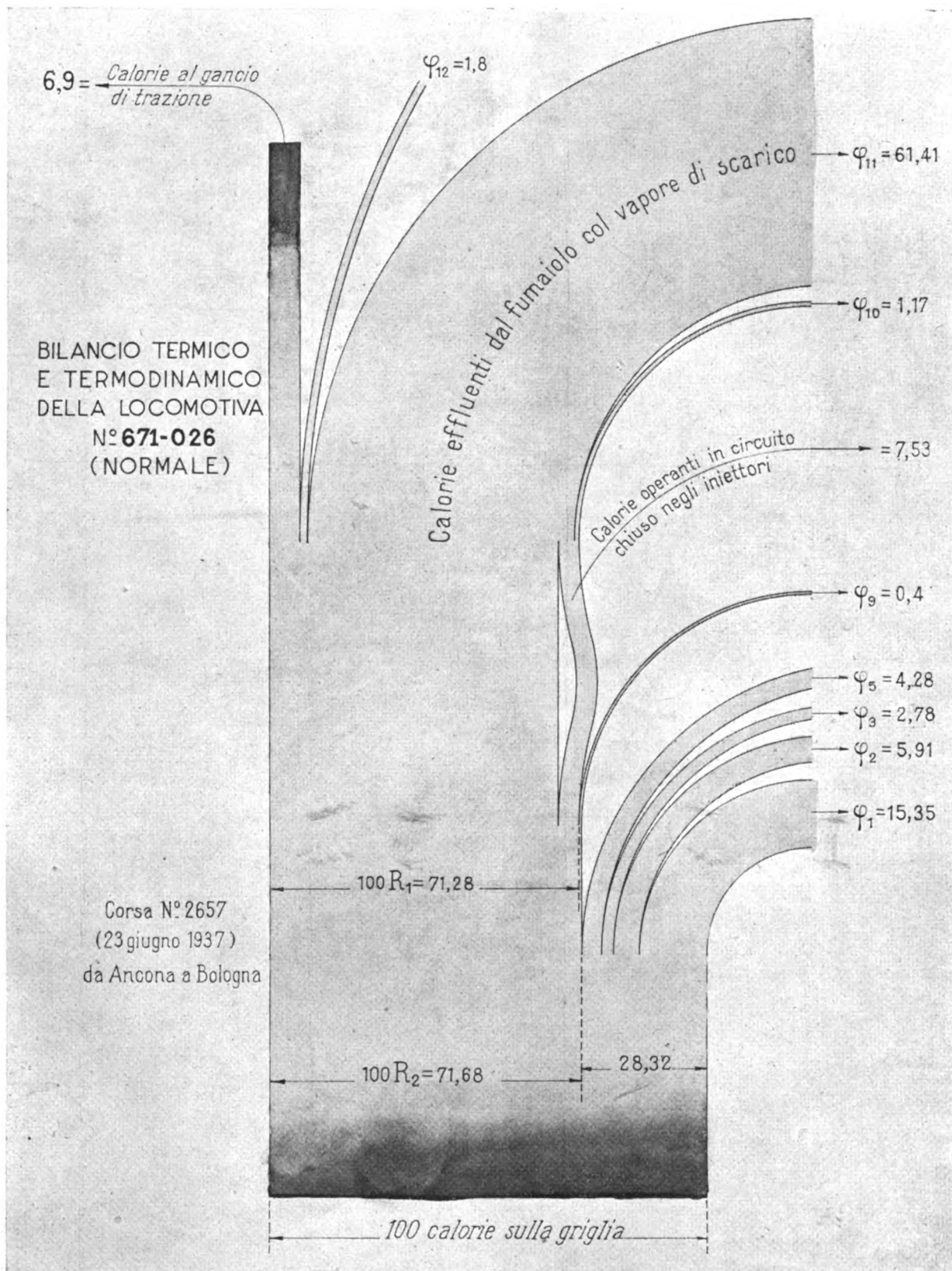
$$100 \left\{ \frac{\frac{A}{C}\,4}{8135} + \frac{95}{5}\,\frac{\frac{A}{C}\,4}{8135} \right\} = 100\,\frac{\frac{A}{C}\,4}{8135} \times 20 = 7{,}9262$$

accede ed opera negli iniettori (vedasi il paragrafo 7 dell'articolo fondamentale).

Per altro di queste 7,9262 calorie:

a) $\frac{5}{100}$ 7,9262 = 0,39631 calorie vanno perdute per dispersione termica dagli iniettori;

b) $\frac{95}{100}$ 7,9262 = 7,52989 calorie tornano in caldaia con l'acqua di iniezione e quindi operano in circuito chiuso.

6,9 = Calorie al gancio di trazione
φ_{12} = 1,8
Calorie effluenti dal fumaiolo col vapore di scarico
φ_{11} = 61,41
φ_{10} = 1,17
Calorie operanti in circuito chiuso negli iniettori
= 7,53
φ_9 = 0,4
φ_5 = 4,28
φ_3 = 2,78
φ_2 = 5,91
φ_1 = 15,35
BILANCIO TERMICO
E TERMODINAMICO
DELLA LOCOMOTIVA
N° 671-026
(NORMALE)
100 R₁ = 71,28
Corsa N° 2657
(23 giugno 1937)
da Ancona a Bologna
100 R₂ = 71,68
28,32
100 calorie sulla griglia

Ne segue che — per ogni cento calorie deposte sulla griglia — 71.68 — 0,39631 = = 71,28369 calorie accedono, col vapore surriscaldato a 321°, al meccanismo.

§ 17. — Durante la corsa n. 2657 il percorso compiuto con regolatore aperto ammonta a 192.200 metri. Il corrispondente consumo di carbone è stato di 2442 Kg., pari a 2442 × 81,35 = 198.656,7 centinaia di calorie. Ne segue che ad ogni 100 calorie deposte sulla griglia hanno corrisposto $\frac{192.200}{198.656,7} = 0.9675$ metri percorsi con regolatore aperto.

§ 18. — Il lavoro complessivo sviluppato al gancio di trazione durante la intera corsa è stato di 584.720.000 Kilogrammetri, pari a $\frac{584.720.000}{270.000} = 2165,6$ cavalli-ora; d'altra parte la lunghezza percorsa con regolatore aperto ammonta — come si è detto — a 192.200 metri e il tempo corrispondente ammonta a 10.020 secondi.

Ne segue che:

a) sforzo di trazione medio sviluppato al gancio di trazione del tender:

$$\frac{584.720.000}{192.200} = 3042,25 \text{ chilogrammi};$$

b) velocità media sullo spazio percorso a regolatore aperto:

$$\frac{192\,200 \times 3,6}{10.020} = 69,05 \text{ Km/h};$$

c) potenza media sviluppata al gancio di trazione del tender:

$$\frac{584.720.000}{10.020 \times 75} = \frac{3042,25 \times 69,05}{270} = 778 \text{ HP}.$$

La resistenza media complessiva della locomotiva al moto uniforme in rettifilo deve essere determinata in base agli elementi seguenti:

a) la velocità media effettiva di marcia tenuta sul percorso effettuato con regolatore aperto è stata — come si è detto — di 69,05 Km/h;

b) durante la prova il peso medio della locomotiva, cioè con scorte in condizioni medie, era costituito nel modo seguente:

macchina	tonn.	72
tender	»	31
Totale	tonn.	103

Poichè dunque la velocità media della locomotiva n. 671.026 è stata sensibilmente uguale a quella della locomotiva n. 672.000 ed i due rodiggi sono pressochè identici (lievi differenze sono nei tender), si può, con approssimazoine sufficiente ai fini di questa ricerca, assumere la resistenza media dell'aria e le resistenze medie specifiche al moto uniforme in orizzontale rettifilo della prima locomotiva uguali a quelle della seconda. Tenuto inoltre conto di quanto è detto nel precedente paragrafo 7 circa la

resistenza media dovuta alla gravità, si può concludere che la resistenza media complessiva (cioè comprensiva anche della resistenza organica) della locomotiva n. 671.026 al moto uniforme in rettifilo può essere assunta, nelle condizioni sopra precisate di cose, pari a:

$$224 + 6,16 \times 72 + 3,74 \times 31 = 783,46 = \text{circa } 783,5 \text{ Kg.}$$

Quindi lo sforzo medio totale, riferito al cerchione, è stato in media uguale a:

$$3042,25 + 783,5 = 3825,75 \text{ Kg.}$$

Corrispondentemente la potenza media totale (potenza complessiva al cerchione) è stata uguale a:

$$\frac{3825,75 \times 69,05}{270} = 977,7 \text{ HP.} = \text{circa } 978 \text{ HP.}$$

§ 19. — Ai suddetti sforzi medi di Kg.:

3042,25 al gancio del tender,
783,5 per la desistenza media complessiva della locomotiva,
3825,75 totale riferito al cerchione,

esercitati per lo spazio di metri 0,9675 percorsi per ogni 100 calorie deposte sulla griglia, corrispondono le seguenti energie meccanica e termica:

3042,25 × 0,9675 =	2943,377 chilogrammetri	= 6,9256 calorie
783,5 × 0,9675 =	758,036 »	= 1,7836 »
3825,75 × 0,9675 =	3701,413 »	= 8,7092 calorie

§ 20. — Ai risultati sopra indicati è facile pervenire anche per altra via.

Infatti il consumo di vapore per cavallo-ora reso al cerchione è risultato delle esperienze pari a Kg. 0,897. Quindi il lavoro totale compiuto al cerchione con 100 calorie deposte sulla griglia ammonta a:

$$100 \times \frac{270.000}{0,897 \times 8135} = 3701,413 \text{ Kilogrammetri.}$$

Da questa cifra è facile dedurre, con i calcoli precedentemente esposti, le altre.

§ 21. — Dunque delle 71,28369 calorie che accedono al meccanismo (paragrafo 16) solo 8,7092 si trasformano in lavoro meccanico sugli steli; le altre 71,28369 — 8,7092 = = 62,57449 vanno perdute per perdite varie e attraverso il fumaiolo col vapore di scarico.

È facile determinare quest'ultima perdita e separarla dalle prime.

Dall'esperienza è risultato che l'acqua consumata durante l'intera corsa, dedotti i disperdimenti, è stata di 19.708 Kg. Ne segue che ad ogni 100 calorie deposte sulla griglia corrispondono:

$$\frac{19.708}{198.656,7} = 0,0992 \text{ chilogrammi di vapore (vedasi il paragrafo 17).}$$

Quindi — per quanto si è detto nel paragrafo 11 — il calore perduto attraverso il fumaiolo col vapore di scarico ammonta a 619 × 0,0992 = 61,4048 calorie.

Le rimanenti 62,57449 — 61,4048 = 1,16969 calorie sono assorbite da perdite varie, e cioè: per resistenza d'attrito attraverso il regolatore, per resistenza d'attrito attraverso la batteria del surriscaldatore, per resistenza d'attrito attraverso le luci d'introduzione, per azioni termiche varie, per dispersioni termiche varie, per resistenze di attrito attraverso le luci di scarico, ecc. (3).

§ 22. — Nel paragrafo precedente si è visto che per ogni 100 calorie deposte sulla griglia entrano in gioco 0,0992 Kg. d'acqua o di vapore. Questa cifra ci consente di controllare quelle determinate nel precedente paragrafo 16 circa il servizio degli iniettori.

Infatti questi assorbono (vedasi il paragrafo 7 dell'articolo fondamentale) un Kg. di vapore per 8 Kg. d'acqua iniettati in caldaia. Ne segue che per ogni 100 calorie deposte sulla griglia accedono agli iniettori $\frac{0,0992}{8} = 0,0124$ Kg. di vapore saturo. Il contenuto termico di questo — essendo la pressione media di timbro pari a 14 Kg. a cmq. ed il titolo medio alquanto superiore a 0,95 — può essere assunto pari a 658 calorie rispetto all'acqua 0° ed a 639 calorie rispetto all'acqua del tender alla temperatura di 19°. Quindi per ogni 100 calorie deposte sulla griglia accedono agli iniettori:

$$639 \times 0,0124 = 7,9262 \text{ calorie.}$$

Da questa cifra è facile dedurre — in base alle considerazioni contenute nel citato paragrafo 7 dell'articolo fondamentale — le altre di cui al precedente paragr. 16.

§ 23. — In conclusione il bilancio termico e termodinamico medio integrale della locomotiva n. 671.026 (normale) durante la corsa n. 2657 può essere riassunto nel modo seguente:

	Calorie	
	valori esatti	valori approssimati
1) Perdita φ_1 per calore sensibile	15,35	15,35
2) Perdita φ_2 per calore latente	5,91	5,91
3) Perdita φ_3 per incombusti solidi residuati in camera a fumo	2,78	2,78
4) Perdita φ_5: perdita per incombusti lanciati — attraverso il camino — nell'atmosfera, perdite relative al ceneratoio, perdita per nero fumo, perdita per irradiazione della caldaia . .	4,28	4,28
Totale perdita della caldaia	28,32	28,32
5) Perdita φ_9 per dispersione termica degli iniettori . . .	0,39631	0,40
6) Perdita φ_{10} per resistenza d'attrito attraverso il regolatore, resistenza d'attrito attraverso la batteria del surriscaldatore, resistenza d'attrito attraverso le luci d'introduzione, azioni termiche varie, dispersioni termiche varie, resistenza d'attrito attraverso le luci di scarico, ecc.	1,16969	1,17
7) Perdita φ_{11} per calore contenuto nel vapore di scarico effluente dal fumaiolo	61,4048	61,41
Da riportare . . .	91,2908	91,39

Riporto . . .	91,2908	91,39
8) Perdita φ_{12} per vincere la resistenza dell'aria e la resistenza della locomotiva al moto	1,7836	1,8
	93,0744	93,10
9) Calore che si trasforma in lavoro meccanico utile al gancio di trazione	6,9256	6,9
	100,—	100,—

Le due tavole annesse riassumono — in diagrammi del tipo corrente — le calcolazioni sopra esposte. Queste confermano pienamente i risultati conseguiti ed illustrati nell'articolo fondamentale.

NOTE

(1) Vedasi: G. Correllini: *Esperimenti con preriscaldatori d'acqua per locomotive*, « Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane », 15 aprile 1926 (pagg. 140-164) e 15 maggio 1926 (pagg. 181-213).

(2) Infatti dagli elementi di cui alle pagg. 198-200 della « Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane » del 15 maggio 1926 risulta:

a) calorie contenute nell'acqua d'alimentazione effluente dal preriscaldatore: 24.320 (92 - 14) . .	=	1.896.960	83,1034	1,
b) calorie perdute per dispersione e perdite varie nel preriscaldatore	=	66.190	2,8997	0,0349
		1.963.150	86,0031	1,0349
c) calorie contenute nell'acqua di condensazione effluente dal preriscaldatore: 3550 × 90	=	319.500	13,9969	0,1684
d) calorie contenute nel vapore di scappamento a 106° introdotto nel preriscaldatore: 3550 × 643 . . .	=	2.282.650	100	1,2033

e) rendimento termico del preriscaldatore:

$$\frac{1.896.960}{1.963.150} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; = 0,9663$$

f) rendimento industriale del preriscaldatore, tenendo conto che le calorie contenute nell'acqua di condensazione vanno perdute:

$$\frac{1.896.960}{2.282.650} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; = 0,831$$

(3) L'attrito — che dà luogo a degradazione del vapore (perdita di pressione) — genera in definitiva in una perdita di energia che ha il suo equivalente in una perdita di calore. Del resto la stretta interconnessione che v'è tra attrito e calore anche nell'efflusso dei vapori si appalesa più che mai evidente nella espansione dei rubinetti delle macchine frigorifere.

Sulla determinazione sperimentale del coefficiente medio unitario di dispersione delle celle termostatiche della camera termica dell'Istituto Sperimentale delle Comunicazioni in Roma

Ing. E. CARUCCI, delle F. S.

(*Vedi Tav. X fuori testo*)

Riassunto — Nel 1935 fu costruita presso l'Istituto Sperimentale delle Comunicazioni di Roma una Camera Termica per gli studi sulla coibenza dei carri ferroviari ed altre esperienze di simile natura.

Questa Camera Termica comprende due celle termostatiche di grandezza diversa.

L'articolo ha il semplice scopo di descrivere le prove pratiche effettuate per determinare il coefficiente medio unitario di dispersione delle due celle, previa illustrazione del metodo seguito.

Nel 1935 fu costruita presso l'Istituto Sperimentale delle Comunicazioni (Sezione ferroviaria) in Roma una camera termica per gli studi sulla coibenza dei carri ferroviari in sostituzione di quella esistente che aveva carattere provvisorio e, non essendo munita di mezzi di refrigerazione, non era più sufficiente ai bisogni dell'Istituto.

La nuova camera termica è stata ampliamente illustrata dal Dott. Ing. G. Forte in un articolo apparso nel n. 3 del 15 marzo 1935 di questa stessa rivista. A tale articolo rimando pertanto quei lettori che volessero prendere cognizione più dettagliata dell'impianto, essendo scopo del presente solo l'illustrazione delle prove e delle esperienze eseguite per determinare il coefficiente medio unitario di dispersione delle celle della camera stessa.

L'impianto consta di un fabbricato di cui si possono vedere nell'allegato la pianta e le sezioni schematiche.

Esso comprende due celle termostatiche, una grande di dimensioni interne metri 25 × 5,95 e l'altra più piccola di m. 5,23 × 4,05, un locale per ufficio, una sala per il macchinario frigorifero e gli apparecchi di misurazione ed un localino accessorio di servizio.

Entrambe le celle sono servite da binario: la grande si apre direttamente all'esterno ed è atta all'introduzione ed allo stazionamento dei carri. La piccola è preceduta da una anticella e serve per esperienze su merci o altre in cui non sia necessario l'uso più costoso della cella grande. Entrambe sono alte m. 5,34. La superficie interna complessiva della grande è di mq. 628,04 quella della piccola di mq. 136,21.

Le pareti, sottili in cemento armato, sono rivestite di un materiale cementizio speciale buon coibente a struttura cellulare, donde il nome di cellulite, studiato e prodotto dalla Società costruttrice.

Con lo stesso materiale è ottenuto l'isolamento del pavimento e del soffitto. All'esterno sia le pareti che il coperto del fabbricato sono rivestiti di fogli di alluminio termoriflettente.

I portoni delle celle sono anche essi costituiti con cellulite e resi ermetici con guarnizioni di gomma.

Le due celle vengono raffreddate o riscaldate a mezzo di aria a circolazione forzata che viene raffreddata mediante impianto di refrigerazione o riscaldata per mezzo di resistenze elettriche, sussidiate all'occorrenza da stufe elettriche.

Le due celle possono funzionare contemporaneamente o indipendentemente l'una dall'altra: nella piccola è previsto di discendere con la temperatura fino a — 15°, nella grande fino a — 5°.

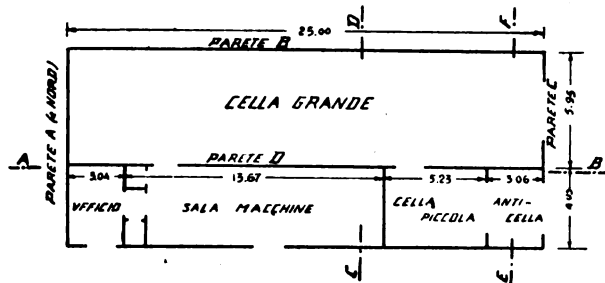
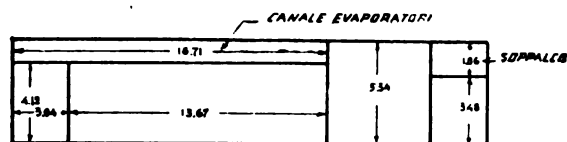
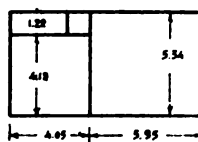
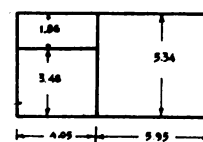
Nella sala macchine vengono comandati gli apparecchi di regolazione e letti gli apparecchi di controllo e di misura.

Per poter ricavare il valore del coefficiente di dispersione termica unitaria media delle celle dato dalla espressione

$$Q / S.H. \ (T.-T^{o})$$

dove Q indica in calorie la quantità di calore trasmessa traverso le superfici delimitanti la cella misurate in mq. in un periodo H di tempo espresso in ore per un salto fra le temperature esterna ed interna (T-T^{o}) espresso in gradi centigradi, in modo preciso, sarebbero occorse temperature costanti all'interno ed all'esterno delle celle durante le esperienze.

Essendo tale condizione assolutamente irraggiungibile, in quanto le celle hanno gran parte delle loro superfici a contatto con l'esterno e quindi soggette alle continue variazioni atmosferiche, per poter avvicinarsi il più possibile a tale condizione ideale si è scelto per le esperienze il periodo invernale che presenta, rispetto agli altri periodi dell'anno, le minori escursioni giornaliere di temperatura. Però, avendosi d'inverno le medie minime annuali atmosferiche, si è ritenuto opportuno, anzichè procedere al raffreddamento delle celle, che, anche spinto al massimo, non avrebbe permesso di realizzare un salto sufficientemente grande fra le temperature esterna ed interna, provvedere invece al riscaldamento delle celle stesse, tenuto presente che il coefficiente di dispersione cercato dipende praticamente dal valore del salto fra le temperature esterna ed interna, indipendentemente dal segno del salto stesso.

Si è pertanto seguito il metodo che è sembrato più attendibile e semplice di somministrare nell'interno delle celle con stufe elettriche quantità di calore pressochè costanti in modo continuo, sino a portare le celle stesse a quelle condizioni termiche, che diremo di regime, per le quali, realizzatasi nell'interno una temperatura massima pressochè costante, la quantità di calore somministrato si trasmette praticamente tutta all'esterno traverso le superfici delimitanti le celle in virtù del salto di temperatura venutosi a creare fra l'interno e l'esterno.

La somministrazione del calore a mezzo di stufe elettriche, soggetta solo alle lievi variazioni dipendenti dalle variazioni del carico sulle linee di alimentazione, dava la tranquillità sulla costanza della quantità di calore fornita alle celle.

Per le misurazioni delle temperature interne, atmosferica e dei locali adiacenti alle celle, così pure per la misurazione della potenza assorbita dalle stufe elettriche di riscaldamento sono stati usati tutti apparecchi di precisione in dotazione all'Istituto, che sono stati preventivamente tarati.

Cella grande.

Per i rilievi delle temperature interne sono stati disposti sei termometri registratori in punti opportunamente scelti a varie altezze in modo da poter avere nel modo più preciso la temperatura media e si sono inoltre utilizzati 10 termometri a lettura diretta come controllo; per quelli delle temperature esterne si sono disposti:

1) un termometro registratore all'esterno della parete a nord (A) e due altri simili di controllo uno al riparo di una tettoietta esistente sul coperto, l'altro in corrispondenza della parete B;

2) tre termometri registratori in piccole camere ricavate nel pavimento della cella al disotto dello strato isolante di cellulite in corrispondenza del sottostante vespaio in tre punti opportunamente scelti.

L'isolamento di questi termometri si è ottenuto chiudendo superiormente le camere con tappi di cellulite, intasando con segatura di legno e finalmente coprendo con lastre di cellulite;

3) un apparecchio registratore a diagramma nella sala macchine;

4) un termometro a mercurio nei locali uffici;

5) due termometri registratori, uno nella cella piccola, l'altro nell'anticella;

6) un termometro a lettura diretta nel canale degli evaporatori.

Le registrazioni degli apparecchi, come le letture dirette dei termometri posti nell'interno della cella, avvenivano nella sala macchine per cui essa ha potuto essere lasciata indisturbata per tutta la durata delle esperienze.

Isolati i fori di passaggio del canale dell'aria refrigerante, un orifizio esistente nel cielo della cella, i fori in corrispondenza dell'ingresso delle rotaie del binario di servizio nonchè i pozzetti di scolo delle acque nel pavimento, si è iniziato alle ore 16 del 14 dicembre 1936 il riscaldamento interno della cella mediante otto stufe elettriche disposte opportunamente nell'interno che assorbivano una potenza pressochè costante di 13000 Watt controllata con due Wattmetri di precisione istallati nella sala macchine.

La temperatura interna della cella di 20°,5 all'inizio dell'esperienza è andata crescendo man mano più lentamente.

Alle ore zero del 15 era di 23°,4, alle ore zero del 16 di 30°,6; alle ore zero del 17 di 34°,6, alle ore zero del 18 di 37°,7, alle zero del 19 raggiunse i 39°,9. A questo punto, dato che il suo andamento lasciava presupporre vicino il raggiungimento del periodo di regime voluto, si sono cominciate a rilevare le letture dei vari apparecchi di misura esterni meno quelle del termometro posto nel locale uffici che si sono iniziate

a prendere alle ore zero del giorno 21, a regime giudicato raggiunto, dato il minimo incremento di temperatura avutosi durante i giorni 19 e 20.

Le curve delle temperature rilevate (medie quelle date da più apparecchi) a partire dalle ore zero del 19 sono riportate nel grafico allegato nel quale, confrontando quelle della temperatura interna e della atmosferica, è evidente come i massimi ed i minimi atmosferici vengono risentiti all'interno della cella con un ritardo regolare.

Nello stesso allegato è riportato il diagramma della potenza assorbita pel riscaldamento dalle stufe elettriche.

Dall'andamento delle curve delle temperature essendosi rilevato che la cella aveva praticamente raggiunto il regime voluto nel pomeriggio del 20 dicembre, risultando nel periodo successivo le variazioni della sua temperatura praticamente dovute alle variazioni del salto termico fra l'esterno e l'interno, in dipendenza della variabilità della temperatura atmosferica, si è troncata l'esperienza alla mezzanotte del giorno 22 dicembre ritenendosi poter con sufficiente esattezza calcolare il coefficiente cercato in base agli elementi raccolti, non essendo prevedibile, per le variazioni continue atmosferiche, prossimo uno stato di cielo coperto, con conseguente temperatura atmosferica pressochè costante, per un periodo di ore abbastanza lungo da comprendere il sopradetto ritardo dei massimi e minimi interni rispetto a quelli esterni.

Nello specchio che segue sono riportati i valori numerici delle ordinate medie dei diagrammi delle temperature esterne alla cella, ricavate planimetricamente dai diagrammi stessi, limitatamente al periodo di regime dalle ore zero del 21 alle ore 24 del 22 dicembre e le relative superfici di applicazione.

Per le tre pareti *A*, *B*, *C* esterne, pel soffitto, cui va riferita la temperatura atmosferica, e così pel pavimento, le superfici sono quelle vive interne della cella; quanto alla parete *D*, invece, che è comune con gli altri locali, la sua superficie è stata suddivisa secondo quelle dei locali adiacenti che venivano a trovarsi a temperature differenti assegnando gli spessori dei muri e del solaio di questi in modo proporzionale alle loro superfici.

	Temperature medie in C.°	Superfici di applicazione in mq.
Atmosfera	8.11	345.79
Pavimento	19.82	148.75
Ufficio	17.30	12.52
Sala macchine	15.25	56.32
Cella piccola	13.17	27.93
Anticella	12.99	16.34
Canale evaporatori	9.50	20.39

Essendo il valore dell'ordinata media del diagramma della temperatura interna della cella nello stesso periodo di 41°,9 e quella del diagramma della potenza assorbita di 13092 Watt, il valore del coefficiente *K* cercato è risultato di:

$$K = \frac{Q}{\Sigma S\ (Ti - Te)} = \frac{11280}{18680} = \text{cal. } 0.60/\text{mq.-ora-C.}^\circ$$

dove $Q = 13092 \times 0.864 = 11280$ Cal/ora essendosi ammessa, date le condizioni dell'impianto di riscaldamento eseguito per la prova, la trasformazione integrale del-

l'energia elettrica e Σ S (Ti — Te) = 345.79 (41.91 — 8.11) + 148.75 (41.91 — 19.82) + 12.52 (41.91 — 17.30) + 56.32 (41.91 — 15.25) + 27.93 (41.91 — 13.17) + 16.34 (41.91 — 12.99) + 20.39 (41.91 — 9.50) = 18680 mq-C°.

Cella piccola.

Le operazioni per la determinazione del coefficiente della cella piccola sono state condotte in modo analogo a quello ora descritto per la cella grande. Anche qui si sono isolati i fori del canale dell'aria refrigerante, un foro esistente nel cielo della cella, i fori di passaggio delle rotaie, il pozzetto di raccolta delle acque del pavimento e si sono poi disposti tre termometri a varie altezze nella cella, un termometro registratore a diagramma all'aperto presso la parete a nord, *A* e, trascurado di differenziare la piccola superficie contigua col canale degli evaporatori, un termometro nell'anticella, uno nel soppalco sovrastante, tre nella cella grande, ed un termometro registratore nel soppalco sopra la sala macchine. Quanto alla temperatura esterna al pavimento si sono utilizzati due dei tre termometri posti in opera sotto il pavimento della cella grande nella esperienza ad essa relativa.

Al riscaldamento si è provveduto con due stufe elettriche nel cui circuito furono inseriti due Wattmetri di precisione pel controllo della potenza assorbita.

Anche in questo caso, la lettura degli apparecchi interni alla cella avvenendo nella sala macchine, la cella ha potuto essere lasciata indisturbata durante tutta la durata dell'esperienza.

Iniziato il riscaldamento il 21 gennaio 1937 la temperatura interna è andata salendo con un accrescimento man mano minore raggiungendo il periodo di regime voluto il 1° febbraio.

Nell'allegato sono riportati limitatamente al periodo di regime dalle ore zero del 2 febbraio alle ore 12 del 4 febbraio, momento in cui fu troncata l'esperienza, i diagrammi delle letture degli apparecchi posti all'interno ed all'esterno della cella (letture medie dove erano in opera più apparecchi) nonchè il diagramma della lettura media dei due Watt-metri.

Nello specchio più sotto sono riportati i valori numerici delle ordinate medie dei vari diagrammi delle temperature esterne ricavate planimetricamente, con le relative superfici di applicazione.

	Temperature medie in C.°	Superfici in applicazione in mq.
Atmosfera	10.7	46.48
Anticella	18.6	14.09
Soppalco sovrastante	18.1	7.53
Sala macchine	15.4	16.69
Soppalco sovrastante sala macchine	14.8	4.94
Cella grande	14.5	26.43
Pavimento cella grande	16.8	20.05

Essendo il valore dell'ordinata media del diagramma della temperatura interna alla cella di C° 51.8 e di quella della potenza assorbita di Watt 3870 si è ricavato per il coefficiente K il valore:

$$K = \frac{Q}{\Sigma S \ (Ti - Te)} = \frac{3343}{5108} = \text{cal. } 0.65 \text{ mq-ora-C°}$$

dove $Q = 3870 \times 0.864 = 3343$ cal/ora, essendosi ammessa anche qui la trasformazione integrale in calore dell'energia elettrica somministrata pel riscaldamento, e ΣS (Ti — Te) = 46.48 (51.8 — 10.7) + 14.09 (51.8 — 18.6) + 7.53 (51.8 — 18.1) + 16.69 (51.8 — 15.4) + 4.94 (51.8 — 14.8) + 26.43 (51.8 — 14.5) + 20.05 (51.8 —
(*Ti-Te*) = 46.48 (51.8-10.7) + 14.09 (51.8-18.6) + 7.53 (51.8-18.1) + 16.69 (51.8-15.4)
16.8) = 5108 mq-C°.

Concorso tra costruttori italiani per la sicurezza di macchine e di attrezzi da lavoro.

L'Ente Nazionale di Propaganda per la Prevenzione degli Infortuni indice un « Concorso tra costruttori italiani per la sicurezza di macchine e di attrezzi da lavoro » di fabbricazione italiana, che nel loro impiego e per le loro caratteristiche costruttrici offrono maggior sicurezza contro gli infortuni e le malattie del lavoro.

Il Concorso è aperto a tutte le Ditte — residenti nel Regno — costruttrici di macchine e di attrezzi da lavoro, che abbiano ideato, costruito e posto in commercio nuove macchine e nuovi dispositivi, congegni o sistemi di sicurezza, o che abbiano perfezionato macchine, dispositivi, congegni o sistemi del genere, già esistenti.

Il Concorso, che si chiude il 31 dicembre 1939-XVIII, è dotato di una ricca serie di premi, alla quale hanno contribuito anche il Ministero delle Corporazioni e quello dell'Interno, la Confederazione Fascista degli Industriali e quella dei Lavoratori dell'Industria, la Federazione Nazionale Fascista dei Dirigenti di Aziende Industriali, la Federazione Nazionale Fascista Industriali Meccanici.

Per più ampie notizie rivolgersi alla Sede dell' « Ente Nazionale di Propaganda per la Prevenzione degli Infortuni », via Sallustiana 58, Roma.

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste, cui detti riassunti si riferiscono, fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri ferroviari italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai Soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S.) L'autocamionale Assab-Addis Abeba. Ing. G. Pini - Prefazione di S. E. il Ministro dei LL. PP.

Con una prosa ancora palpitante della passione vissuta l'ing. Pini, Presidente di Sezione del Consiglio Superiore dei LL. PP., ci parla della grande strada etiopica che è stata ultimata alla fine del luglio u. s.

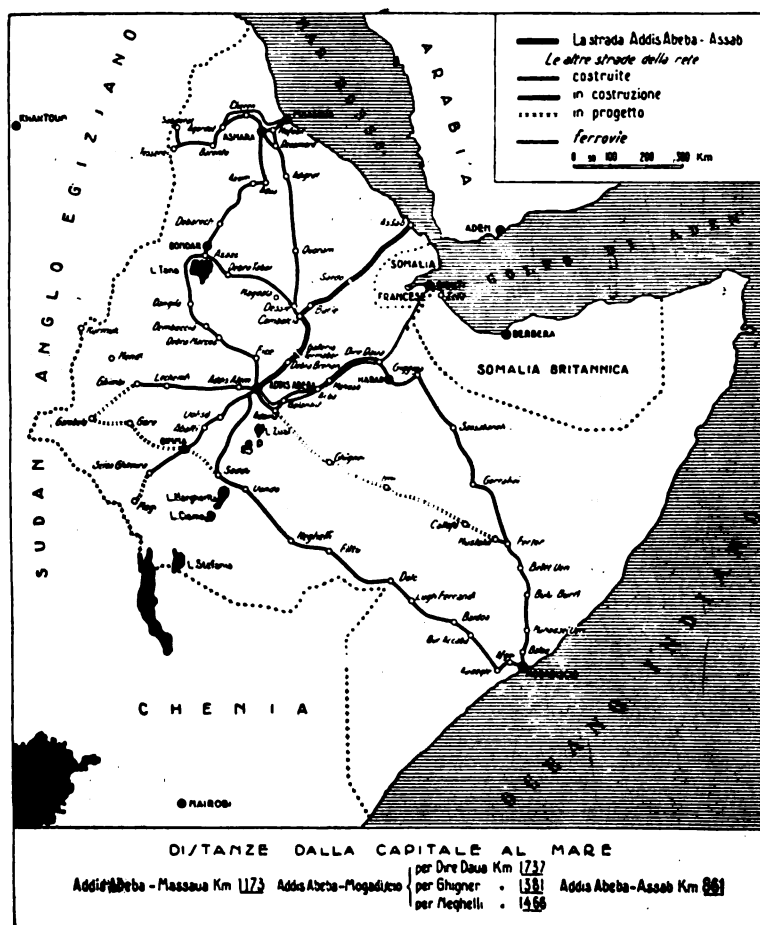



Fig. 1.

Pochi giorni dopo l'entrata di S. E. Badoglio in Addis Abeba il Duce, nel comunicato del 19 maggio 1936-XIV, segnava l'atto di nascita della Rete stradale dell'Impero, comprendente anche la strada che, collegando Addis Abeba col Porto di Assab, costituisce la via più breve di comunicazione fra la Capitale e il Mar Rosso. Lo stesso comunicato affidava la realizzazione delle nuove strade a un Ispettorato dell'AA. SS. da istituire in Addis Abeba, ove il primo gruppo

di Funzionari giunse il 30 luglio 1936-XIV. Durante i primi mesi di lavori preparatori, le difficoltà apparvero tuttavia così grandi da far dubitare della possibilità di superarle: allora, per ordine del Duce, S. E. il Ministro dei LL. PP. si recò in A. O. nell'ottobre 1936 per assumere la guida e la responsabilità dell'immane fatica.

SCELTA DEL TRACCIATO. — Fu subito stabilito che la nuova strada avrebbe avuto le caratteristiche di un'arteria di grande traffico, ossia pendenze limitate e curve ampie. L'unico punto obbligato era l'incrocio della strada dancala proveniente da Assab, con la strada della Vittoria Asmara-Addis Abeba, situato presso Dessiè, centro e mercato importantissimo.

Nella Dancalia le vie preesistenti consistevano in: una pista tortuosa, lunga 117 Km. da Assab fino a Sardò; nessuna via da Sardò a Batiè (227 Km); una mulattiera da Batiè a Combolcià (54 Km.). Qui c'era l'incontro con l'itinerario Badoglio, che aveva seguito l'antica pista negussita (un tempo pomposamente chiamata Strada Imperiale) attraverso Macfud, Debra Sina, Debra Brehan e Sciamò, pista che superava i contrafforti senza limiti di pendenza, e i fiumi senza ponti. Ricognizioni aeree e osservazioni indicarono che da Combolcià ad Addis Abeba il tracciato più conveniente da seguire era quello della pista suddetta. Più laboriose furono invece le ricognizioni per stabilire il tracciato attraverso la Dancalia. Questa trae origine dall'inabissamento di 2000 m. di profondità dell'altipiano etiopico. A misura che dal mare ci si avvicina all'altipiano l'effetto dello spaventoso movimento tellurico si fa più evidente. Fino a Sardò si incontra una serie di cordoni basaltici, ma poi i corrugamenti si accentuano; vicino alla parete di frattura le pendici presentano una conformazione caotica a conche e speroni. Si compirono voli di ricognizione e si percorsero le piste. Nel tratto fra Sardò e Combolcià la ricognizione ebbe il carattere di una vera e propria esplorazione poichè fino a Batiè la zona non era mai stata percorsa dai bianchi dopo l'occupazione. In meno di un mese il tracciato era fissato ed erano state stabilite anche le direttive di costruzione. Furono scelte tre imprese: Vaselli per il tratto fra Assab e Sardò; Martino Ceratto per il tratto fra Sardò e As Comà; Puricelli per il tratto As Comà-Combolcià-Addis Abeba.

ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO. — Le difficoltà da superare erano immense: tutti i materiali all'infuori del pietrame dovevano essere portati dall'Italia attraverso Massaua; mancavano le maestranze in sito, perchè sugli altopiani gli indigeni non volevano lavorare o non erano adatti che alla funzione di portatori, lungo le pendici disertavano le zone per paura della malaria e delle malattie tropicali, mentre nella Dancalia non c'erano che pochi pastori; qui inoltre la temperatura al fondo delle spaccature basaltiche raggiungeva i 70° al sole e 55° all'ombra. Era dunque necessario far venire gli operai dall'Italia per i lavori dell'altipiano, reclutare operai di colore adatti per la Dancalia e provvedere per tutti alloggi e mezzi di sussistenza. Le imprese sono state all'altezza della situazione. Presso Addis Abeba, Combolcià e Assab furono costituiti dei *cantieri base* con magazzini, autoparchi, officine e falegnamerie; mentre lungo il percorso, ogni 6-12 km., furono impiantati *cantieri-villaggio* capaci di alloggiare 300-400 operai. Per un certo periodo i cantieri dell'impresa Ceratto in Dancalia furono riforniti da aeroplani che facevano regolarmente due coppie di corse al giorno. Speciale importanza ha avuto il problema del rifornimento dell'acqua in Dancalia, ove non è possibile vivere senz'acqua per una giornata. In alcuni periodi furono trasportate fino a 260 tonn. di acqua al giorno da Ghibdo a una distanza media di 130 km. Le seguenti cifre dànno un'idea della grandiosità dell'organizzazione: 76 cantieri con 270 fabbricati in muratura e 474 costruzioni d'altro tipo; 121 km. di binari, 50 locomotori, 2040 vagonetti, 1148 autocarri, 120 motocompressori, 222 frantoi; 142 rulli compressori, 45 betoniere, 49 bitumatrici.

Dopo i primi tempi, vinta la diffidenza e spinti dalla necessità, nell'altipiano poco a poco affluirono gli indigeni in misura sempre maggiore, cosicchè gli operai italiani poterono passare al ruolo di capisquadra. Per la Dancalia si dovette ricorrere alla mano d'opera yemenita reclutandola sull'opposta riva del Mar Rosso, mentre nelle zone più torride furono impiegati i

4

sudanesi trasportati espressamente dal Sudan. In totale furono impiegati 5.666.000 giornate di operai nazionali e 20.065.000 di operai indigeni, yemeniti e sudanesi.

Itinerario ed opere d'arte. — La strada esce dall'abitato di Assab e si inoltra subito nella pianura dancala. La prima opera d'arte notevole si incontra al km. 27 ed è il ponte sul fiume Ghibdo, a 7 arcate, ciascuna di luce m. 12 (fig. 2). Presso il km. 150 un ponte a due arcate di metri 12 e 15 supera il solco Elidar. Da qui per 143 km. non si vede più acqua ne vegetazione. Al margine del pianoro di Essisile (km. 170) la strada raggiunge l'ampio solco del Gumà

Fig. 2.

che viene superato con un ponte a 3 arcate di m. 8 ciascuna. Oltrepassato il ponte sul Dobi si giunge a Sardò, che non è che una gibbosità basaltica coronata da un fortino in muratura a secco. Si supera quindi l'ampissimo torrente Logghià con un ponte a 5 archi di cui 4 di luce m. 8 e uno di luce m. 20. Dopo Tendahò la pianura è attraversata da numerose solcature e perciò i ponti sono numerosi e importanti: fra essi quello sul Faro (1 arco luce m. 22) e il Millè (3 archi luce m. 20, 22, 20). All'incontro del Jeromè finisce la depressione dàncala e cominciano le pendici. Risalendo queste si incontra Batiè, grosso villaggio Galla e importante mercato, che è come una sentinella avanzata che guarda il confine fra il mondo abitato e il deserto. Proseguendo nell'ascesa si supera il fiume Cialecià con un arcata di 30 m. e si attraversa un contrafforte con una galleria lunga 36 m.; poi si attraversa la stretta e profonda valle del torrente Uabò con un bel ponte ad arco di luce m. 35 (fig. 3). A Combolcià l'alto cippo indicatore eretto al centro dell'incrocio con la strada della Vittoria proveniente da Asmara, reca incisa la frase del Duce: « Ho per le strade una passione romana ». Siamo sul ciglio dell'altipiano e il paesaggio è allietato da una vegetazione lussureggiante di acacie e di euforbie, mentre la vista si affaccia su distese di pascoli o coltivate a cereali. Si giunge così al ciglione del Termaber, che è forato da una galleria lunga 586 m. Dopo la galleria si continua a salire per oltre 3 km. e si raggiunge la quota più alta della strada: m. 3178. Da qui il tracciato prosegue lievemente ondulato. I solchi vallivi non portano molta acqua ma hanno richiesto opere importanti per la loro ampiezza: tali sono i ponti sui fiumi Mucs, Burrà e Gussagunit, con luci fino a m. 20. Dopo Debra Brehàn si supera il Ciacià e l'Acachi, risalendo a quota 2575 per poi ridiscendere fino all'entrata nella capitale (m. 2435).

Fig. 3.

Lo sviluppo totale della strada è di 861 km.

Ecco alcune cifre significative che illustrano l'importanza dell'opera e che si riferiscono all'intera strada fra Assab e Addis Abeba:

Scavi 8 milioni di mc.; rilevati 7 milioni di mc.; murature e calcestruzzi 685.500 mc.; massicciata 1.510.000 mc.; bitumatura 6 milioni di mq.; 132 ponti di luce maggiore di 10 m.; 2851 ponti minori; 4 gallerie per una lunghezza di 739 m. Spesa totale 1 miliardo e 255 milioni di lire. Ossia 1.457.000 lire per km.

Percorrendo oggi la grande strada, nel tratto che attraversa la pianura dancala, in automobile aperta oppure nelle autocorriere provviste di condizionamento d'aria, conclude l'Ing. Pini, si potrebbe quasi pensare che l'inferno dancalo sia stato una leggenda e che la « Contrada della Morte » di Nesbitt sia stata un brutto sogno dell'eroico esploratore, ma a ricondurci alla realtà vale il pensiero dei valorosi operai deceduti per malattia, per infortuni o per incursioni di ribelli, i cui nomi saranno ricordati presso l'opera romana che essi hanno contribuito a costruire a prezzo del loro sangue, e nella Cappella Votiva che per ordine del Duce sorgerà dove era il Monumento a Menelik. — G. Robert.

(B. S.) Da Città del Capo al Cairo attraverso l'Africa (*Railway Gazette,* 5 maggio 1939).

Il sogno di Rhodes, relativo alla grande linea di comunicazione fra Città del Capo e il Cairo, può considerarsi oggi in un certo senso realizzato, poichè infatti le due città sono collegate da un eccezionale servizio combinato utilizzante molti diversi mezzi di trasporto appartenenti anche a diverse amministrazioni.

Partiamo da Città del Capo. Ci sono tre treni per settimana che portano a Bulawayo, uno dei quali, in coincidenza col piroscafo dall'Inghilterra, è chiamato Espresso della Rhodesia ed è molto più rapido degli altri due. Lo scartamento del binario è di m. 1,060. La linea supera le montagne dell'Hex River e passa per il centro diamantifero di Kimberley. Da Bulawayo l'espresso del Nord fornisce un collegamento settimanale con Sakania, situata nell' angolo estremo sud-est del Congo Belga. La linea supera la gola profonda dello Zambesi e passa in vista delle grandiose cascate Victoria.

Da Sakania a Bukama, la Compagnia del Congo meridionale effettua un treno di collegamento attraverso Elisabethville.

A Bukama c'è la prima interruzione del servizio ferroviario. Per arrivare a Kabalo si viaggia infatti in battello sul fiume Lualaba. Da Kabalo di nuovo in treno su una linea ferroviaria della Compagnia dei Grandi Laghi, fino a Albertville. Questo servizio si effettua solo ogni 15 giorni, e stabilisce la frequenza possibile per l'intero viaggio.

Da Albertville a Kigoma si attraversa in battello il lago Tanganika.

Da Kigoma la Linea Centrale della Compagnia del Tanganika porta a Tabora, donde si diparte una linea per il lago Victoria, il secondo grande lago del mondo. Un battello fa il giro del lago e quindi dopo aver toccato Kisumu si può scendere a Port Bell presso Kampala, la capitale commerciale dell'Uganda, e attuale estremità della rete della Compagnia del Kenya e Uganda, che provvede al trasporto in treno da Port Bell, attraverso Kampala, fino a Namasagali. Da Namasagali si viaggia in battello attraverso i papiri del lago Kioga e si raggiunge Masindi dove un servizio automobilistico è pronto per Butiaba sulla riva Est del lago Albert. Da Butiaba sul piroscafo « Robert Coryndon » di 860 tonn. si arriva a Nimule, una località di aspetto primitivo donde si percorre in autobus una strada fino a Juba, che corre parallela al fiume. A Juba si prende il battello sul Nilo Bianco fino a Khartoum: è questo il percorso ininterrotto più lungo, che dura 8 giorni nel senso della corrente e 12 in senso contrario. I battelli del Nilo Bianco, « Reiaf » e « Ondurman » sono di recente costruzione. Attorno al battello sono disposte 6 barche su cui viaggiano passeggeri di classe inferiore. Di notte quest'insieme presenta uno spettacolo straordinario.

Khartoum, situata alla confluenza del Nilo Bianco e Azzurro, è la capitale del Sudan. Da qui la linea principale della Ferrovia del Sudan porta attraverso Berber ad Abu Hamed e quindi, attraverso il deserto, a Wadi Halfa. Qui la ferrovia è provvista di moderni vagoni letto. Da Wadi Halfa di nuovo in piroscafo fino a Shellal, donde parte l'ultimo tratto ferroviario che porta al Cairo, per mezzo del treno più rapido e pulito di tutto il viaggio, con vetture Pullman e letto.

Tale è oggi il viaggio da Città del Capo al Cairo. Se esso verrà un giorno completato è dubbio. Ad ogni modo è positivo che è possibile oggi prendere al Capo un biglietto per il Cairo, se può chiamarsi biglietto la raccolta di tagliandi e buoni che occorrono per questo viaggio di 7000 miglia attraverso il più fascinoso dei continenti. — G. ROBERT.

(B. S.) Il cobalto e le sue leghe. Loro applicazione nelle industrie meccaniche ed elettriche (*Revue générale de l'électricité,* 3 giugno 1939).

Scoperto nell'anno 1742, i suoi sali da molto tempo usati come coloranti e da qualche anno sempre più usato nella metallurgia. I minerali principali sono la smaltite arseniuro di Co, la cobaltite solforseniuro di Fe e Co e l'asbolano ossido di Co, Fe e Mg. Si trovano nel Katanga, Canadà, Birmania e nel Marocco francese. I minerali si trasformano prima in ossidi e poi vengono ridotti col carbone. Il metallo puro si ottiene coll'elettrolisi di una soluzione di solfato ammoniacale.

Proprietà simili al Ni. Densità 8,8 g., punto di fusione 1530° C, punto di Curie 1150° C. Cristallizza normalmente in forma cubica o varietà α: al di sopra di 400° C in forma esagonale o varietà β meno malleabile che quella α. Resistenza alla trazione, se ridotto, 50 kg.; modulo di elasticità 20380 kg., presenta qualità meccaniche simili al Fe e Ni.

All'aria si altera alla temperatura ambiente; si ossida al di là di 300°; gli acidi diluiti lo dissolvono lentamente; la soda caustica l'attacca al rosso e la soluzione d'ammoniaca lo dissolve in presenza d'aria.

L'intensità di magnetizzazione è di 1410 unità C. G. S., d'altronde quella del Fe-Co è di 1880 unità. L'isteresi molto simile a quella del ferro dolce, sopra tutto per quanto riguarda il campo coercitivo, perciò non adatto per magneti permanenti. La ricottura modifica queste caratteristiche.

Rivestimenti elettrolitici sono troppo costosi ma di grande effetto e si possono impiegare forti intensità di corrente. Il Co può essere usato per rifare parti logorate di pezzi meccanici .

Nelle leghe col Fe l'intervallo di solidificazione è molto ristretto; il punto di Curie del Fe è leggermente elevato. Un acciaio col 0,8 % di C resta perlitico col 30 % di Co. L'aggiunta di Co aumenta il carico di rottura accompagnato con sensibile aumento della duttibilità. Il tasso di C diminuisce negli strati di cementazione.

Il Co contrasta la tempera. Con basso tenore di Co diminuisce lo spessore temperato, con elevato tenore aumenta l'eterogeneità degli acciai. Con l'aggiunta di Cr si ottengono dei Fe-Co con coefficiente di dilatazione molto debole. La lega « stainless-invar » di Masumoto è formata di 54 Co, 36,5 Fe, 9,5 Cr ed ha il coefficiente di dilatazione $1,1 \times 10^{-7}$ ossia 12 volte quello del « invar » classico; non si corrode nella soluzione di cloruro di sodio. Con certe leghe si possono persino ottenere coefficienti di dilatazione negativi.

Le leghe di Co sono molto usate nell'elettrochimica. Nei forni ad induzione Ugines-Infra autoregolatrici della temperatura si fa uso della gamma dei punti di Curie realizzabile con la combinazione del Co, Fe e Ni. Fra 750° C e 1100° C si ricorre a Fe-Co con 30 % di Co; al di sotto di 750° C dei Fe-Ni riversibili oppure dei Fe-Ni-Co. Alcuni Fe-Ni con aggiunte di Co presentano particolare stabilità chimica. Per esempio la composizione 56 Ni, 22 Fe, 19,5 Co e 2,5 Mg. Il « kohel » contiene Ni, Co, Fe e Te. Ambedue queste leghe pur possedendo soddisfacente stabilità chimica, presentano a caldo (600° C) interessanti qualità meccaniche. Il « kanthal », per resistenze elettriche, contiene Fe, Cr, Al e Co.

Le prime aggiunte di Co negli acciai rapidi si fecero nell'anno 1910. Gli acciai divengono molto sensibili alla decarburazione e subiscono, avanti la tempera a 1300° C, un riscaldamento in un bagno di sale. Questo procedimento permette di regolare con precisione la voluta temperatura. Il rendimento al taglio viene migliorato. Con 15-20 % di Co negli acciai austenitici al Mg si possono rendere fucinabili.

Acciai per valvole di sicurezza contenenti Co acquistano stabilità meccaniche sicure sino a temperature di 900-950° C; e sono caratterizzati per l'assenza di trasformazioni strutturali a caldo per temperature da 0 a 950° C, per l'elevazione della trasformazione al rffreddamento a circa 1000° C ed infine per la resistenza alla corrosione ed all'ossidazione dai prodotti dello scappamento.

Dal 1916, nel Giappone si produce, con l'aggiunta di 20-40 % di Co all'acciaio al tungsteno rinforzato con Cr, acciai per magneti permanenti con l'induzione di 9000 gauss e campo coercito di 270 oersteds. Si producono anche acciai al Co con aggiunta di Mg i quali con 33 % di Co, dopo tempera in bagno d'olio di 850° C, presentano un massimo prodotto dell'induzione permanente per il campo coercitivo. Leghe di Fe, W, e Co e quelle di Fe, Mo e Co sono esenti di C. Col 17 % di W nel Fe-Co si ottiene una induzione permanente di 9600 gauss ed un campo coercitivo di 149 oersted.

Se si sostituisce al W il Mo allora l'induzione permanente è compresa fra 12000 e 6700 gauss ed il campo coercitivo fra 100 e 350 oersted. Ed altre leghe al Co si producono per metalli di magneti permanenti con polveri pressate di Ni, Co, Fe ed Al. Il Cr abbassa rapidamente la trasformazione magnetica del Co. A partire dal tenore del 16 % di Cr le leghe sono amagnetiche. Le leghe Co-Cr con C sono utilizzate per utensili da taglio, quelle malleabili senza C, con 20-40 per cento di Cr resistono agli acidi cloridrico, solforico e fluoridrico diluiti ed ad un grande numero di altri agenti corrosivi. Esse sono specialmente usate nell'industria chimica.

La lega di Co con 4 % di glucinio, con una tempra all'acqua a 1150° C ed un rinvenimento a 400° C ottiene una durezza Brinell di 660 kg/mm². Piccole dosi di Co incorporate nel Cu permette di ritardare l'addolcimento per ricottura del Cu martellato a freddo. Le leghe di Cu, Co e Si sono sensibili alla solidificazione per tempra e rinvenimento. Il Cu con 2,5 % di glucinio da un carico di rottura di 90 kg. Ma la resistenza elettrica in confronto con quella del Cu è quadruplicata; con una piccola aggiunta di Co, la conducibilità rimane uguale a metà di quella del Cu. Si usano queste ultime leghe per l'elettrodi delle saldatrici elettriche. — G. M. Rossi.

(B. S.) Velocità massime e velocità di percorrenza (*Railway Age*, 8 luglio 1939).

Recentemente è stato fatto un confronto fra i vari primati di velocità raggiunti nel mondo dando grande rilievo alle velocità superiori a 90 miglia/ora (137 Km/h). Sull'importanza di tali velocità l'articolista, riferendosi ad un esempio americano, fa alcune considerazioni che segnaliamo.

Se si esamina il caso di un treno del peso di 400 libbre (181 kg.) per HP indicato, come per esempio il Super Chief della Compagnia Atchinson, Topeka & Santa Fe', troviamo che esso, viaggiando su binario piano, non trova condizioni di linea adatte per raggiungere la velocità di 97 m/h (148 km/h) se non dopo aver percorso 32,4 mi. (49,4 km.), non subendo limitazioni al disotto di 80 mi/h (122 km/h) solo nelle ultime 26 mi. (39,6 km.) e al disotto di 90 mi. (137 km.) solo nelle ultime 22 mi. (33,5 km.).

Calcolando i tempi in base alle curve di accelerazione si trova che, toccando la velocità di 97 mi/h esso impiega 26' 22" per raggiungere il 34° miglio mentre non superando la velocità di 90 m/h esso impiega 27' 13", il che dimostra che il raggiungimento della velocità di 97 m/h. influisce solo per 51" sul tempo occorrente per superare 34 miglia.

D'altra parte, quando si tenga conto delle maggiori difficoltà e spese che si incontrano nella manutenzione del binario per permettere tali velocità massime, e del fatto che esse possono essere raggiunte solo in pochi tratti di linea, risulta la loro scarsa convenienza pratica.

« Uno dei nostri tronchi lungo 112 miglia » (160 km.), continua la nota, « è stato da tempo attrezzato con segnali automatici disposti a distanze proporzionate alla velocità di 90 m/h.

« Si è ora fatto uno studio per determinare la spesa e il probabile vantaggio che si sarebbero incontrati proporzionando l'impianto alla velocità di 100 m/h. Si è trovato che di fronte a una forte spesa, si sarebbero risparmiati solo 8'' sull'intera distanza! ».

Molto invece può essere fatto e probabilmente sarà fatto nei prossimi anni, allo scopo di abbassare i tempi di percorrenza, cercando di avvicinare la velocità media alla massima, ossia eliminando quelle caratteristiche locali delle linee che importano limitazioni di velocità. Ciascuno di questi miglioramenti permette di risparmiare un tempo 3 o 4 volte maggiore di quello che si può guadagnare viaggiando in brevi tratti di linea a velocità superiori alle 90 mi/h. — G. Robert.

(B. S.) Archi di contrasto fra muri di sostegno (*The Railway Gazette*, 21 luglio 1939).

Oggi il controventamento dei muri di sostegno di una trincea può essere opportunamente eseguito in cemento armato, ma nei primi tempi delle ferrovie gli ingegneri dovettero utilizzare archi in pietra o in mattoni, oppure strutture in ferro. In Inghilterra si incontrano ancora qua e là simili costruzioni. La figura illustra una serie di archi di contrasto in pietra da taglio in una trincea sulla linea Manchester-Blackpool della L.M.S.R. Si tratta di 16 archi di luce m. 8,15, la cui parte centrale è formata da una sola fila di 11 conci, coperti da una lastra di pietra. La loro costruzione risale al 1843 e dopo 96 anni di esposizione al rigido clima del Lancashire ed alle continue vibrazioni dovute all'intenso traffico ferroviario, sono ancora in ottimo stato. Il costo della loro manutenzione è stato trascurabile. — G. Robert.

(B. S.) La calcolazione dell'orario e la determinazione dello sforzo dei motori di trazione e della potenza richieste ai trasformatori dei locomotori elettrici monofasi (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 8 febbraio 1938).

Con l'aumentare del traffico, del peso dei treni e delle velocità, che si verifica continuamente su molte reti ferroviarie e in particolare su quella delle Ferrovie dello Stato Germaniche, cresce sempre più la prestazione delle locomotive. Ora, mentre, nel caso delle locomotive a vapore, la maggiore potenza richiesta può essere ottenuta aumentando il peso totale, nel caso dei locomotori elettrici si è soggetti a una limitazione: infatti il peso totale, per locomotori da treni diretti di notazione 1′ Do 1′, frequente in Germania, con un carico di 20 tonn. per asse motore, è limitato a 110 ÷ 114 tonn. Ciò significa che, nel caso dei locomotori, l'aumento di potenza specifico deve essere assai più alto che per le locomotive a vapore, le quali, come si è detto, possono aumentare la potenza anche mediante l'aumento di peso.

Si rende perciò necessario di poter determinare con la massima precisione possibile lo sforzo dei motori di trazione e la potenza richiesta dei trasformatori dei locomotori monofasi.

Le Ferrovie dello Stato Germaniche avevano già in uso sistemi *numerici* per il calcolo di tali dati. L'A., partendo da essi, e da un sistema *grafico* per il calcolo preventivo del riscaldamento in esercizio delle macchine elettriche, e in particolar modo dei motori di trazione, li ha riuniti e ne ha formato un nuovo unico sistema di calcolo, che facilità enormemente i lavori di progetto. — F. BAGNOLI.

(B. S.) Possibilità di impiego delle leghe leggere nelle costruzioni civili. De Simone Domenico (*Annali LL. PP.*, luglio 1939).

Gli studi eseguiti dal Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei LL. PP. per l'impiego delle leghe leggere nelle costruzioni, hanno dimostrato, la convenienza dell'uso delle leghe di alluminio in quelle strutture metalliche nelle quali il peso proprio è gran parte del peso totale e dove quindi l'alleggerimento che le leghe consentono può compensare l'alto costo unitario.

Lo svantaggio che le leghe leggere presentano di avere deformazioni elastiche proporzionalmente triple di quelle dell'acciaio può agevolmente superarsi, impiegandole in sistemi resistenti reticolari ad elevato momento di inerzia; la protezione dalle corrosioni può essere efficacemente raggiunta con una placcatura di alluminio purissimo che, però, dato l'alto costo, è stata in questi ultimi tempi vantaggiosamente sostituita con una verniciatura di prodotti bituminosi; il collegamento rilevatosi migliore è stato quello con chiodi battuti a freddo o con viti della stessa lega.

In America le leghe leggere sono state adoperate con risultati favorevoli per sostituzione di impalcati di ponti metallici, ma il loro uso potrebbe convenientemente estendersi ai ponti militari, alle gru a ponte, agli escavatori e draghe.

Per l'Esposizione mondiale del 1942 è stato presentato dal prof. Anastasi uno schema di progetto di ponte in lega leggera da costruirsi sul Tevere e costituito da un'arcata centrale metallica di m. 115 di luce e da due accessi in cemento armato di m. 50 ciascuno (v. figura).

Il Servizio Tecnico Centrale, incaricato dello sviluppo del progetto, per la sua eventuale realizzazione, ha vagliato e scelto i materiali commerciali più convenienti alle varie parti dell'opera, indicando i metodi di collegamento e di protezione.

L'arco metallico previsto è del tipo a 2 cerniere e consta di 4 centine a falce che sostengono con tiranti il sottostante impalcato: questo porta una carreggiata centrale per via tranviaria a 2 binari e due vie laterali per tre file di veicoli ciascuna, dalle quali si protendono a sbalzo i marciapiedi: la larghezza totale è di m. 36,50.

Le tensioni normali massime previste nei calcoli, sia per l'impalcato che per gli archi, non superano i 900 Kg/cmq. pur essendosi seguiti criteri largamente prudenziali nella valutazione dei carichi.

Considerato poi che il peso (tonn. 1100) della parte in lega leggera dell'opera, e cioè archi tiranti e impalcate, rappresenta appena il 35 % del peso proprio totale (tonn. 3770) mentre questo rapporto percentuale raggiungerebbe il 60 % per un ponte in ferro di eguali dimensioni e tipo, viene confermato che l'adozione e la diffusione in Italia di questo materiale tipicamente autarchico, nelle strutture dei ponti, può comportare pregi tecnici ed economici rispetto al ferro: la convenienza economica poi, aumenta col crescere della luce e si riflette anche nelle opere di fondazione e nei costi di montaggio e di manutenzione. — *g. t. g.*

(B. S.) La statica delle terre e il calcolo delle fondazioni (*Le Génie Civil*, luglio 1939, n. 2).

Nella conferenza tenuta nel maggio scorso all'Institution of Civil Engineers di Londra, l'ing. Carlo von Terzaghi ha messo in rilievo lo scarso rigore scientifico con il quale vengono tuttora impostati e risolti i calcoli relativi alla statica e alla spinta delle terre, soffermandosi particolarmente sui casi seguenti:

1) *Spinta sui muri di sostegno.* — Le ipotesi base della teoria del prisma di massima spinta del Coulomb sono, nella realtà, soltanto approssimate perchè l'angolo d'attrito delle terre è uguale all'angolo di declivio naturale solo in casi particolari e perchè la superficie di slittamento delle terre non è tutta piana, ma cilindrica nella sua parte inferiore. La ripartizione idrostatica delle pressioni sul muro si verifica poi solo per una rotazione del muro intorno al suo spigolo inferiore, mentre per una rotazione intorno al suo spigolo superiore la linea delle pressioni assume una configurazione parabolica.

2) *Stabilità delle scarpate.* — Nessun terreno essendo del tutto incoerente, il criterio di profilare le scarpate secondo un angolo di poco superiore a quello di attrito naturale può condurre, come è successo, a pericolosi slittamenti delle terre, specie in presenza d'acqua.

3) *Sottopressione nelle dighe.* — Contrariamente alla teoria del Bligh che lega la detta sottopressione soltanto alla natura del suolo e al carico idrostatico medio della vena filtrante di minimo percorso, il Terzaghi ha dimostrato con una serie di esperimenti che il valore della sottospinta era funzione del carico idrostatico massimo e consiglia allo scopo di limitarne gli effetti, di fondare su strati permeabili drenanti.

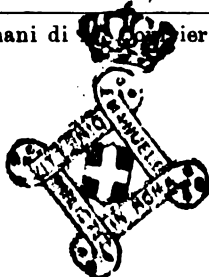
4) *Compressione progressiva dei terreni argillosi.* — Le fondazioni sull'argilla perdono col tempo la loro stabilità poichè, per effetto della pressione, la massa porosa dell'argilla scaccia man mano l'acqua contenuta. Per effetto poi di una eventuale pompatura dell'acqua sottostante al banco di argilla si accrescerebbe notevolmente il fenomeno di dissesto.

5) *Pressioni delle fondazioni su palificate e su platee.* — Le antiche teorie ammettevano l'uniformità delle pressioni su terreno omogeneo sotto un carico uniforme, ma gli studi sperimentali del Terzaghi, in accordo con la teoria del Boussinesq, hanno dimostrato invece che la ripartizione delle pressioni varia dal centro alla periferia rendendo concava la platea. La potenza dei banchi di terreno compatto, ritenuta sicura per le fondazioni, è comunemente di 3 metri; ma questo giudizio è erroneo, dipendendo invece la sicurezza della qualità e potenza dei banchi sottostanti.

Altre interessanti critiche rivolge il Terzaghi ai criteri comunemente in uso sull'affondamento dei pali di fondazione, richiamando infine l'attenzione degli ingegneri e dei costruttori sugli incidenti che l'empirismo corrente può provocare e sulle conseguenti responsabilità che su di essi potrebbero ricadere. — *g. t. g.*

Formano oggetto di recensione i libri inviati alla Rivista in doppio esemplare. Quelli che pervengono in semplice esemplare sono soltanto registrati nella Bibliografia mensile.

Ing. NESTORE GIOVENE, *direttore responsabile*

Stabilimento Tipografico Armani di M. Courrier – Roma, via Cesare Fracassini, 60

BIBLIOGRAFIA MENSILE FERROVIARIA

NOVEMBRE 1939-XVII

PERIODICI

LINGUA ITALIANA

Rivista Tecnica delle Ferrovie italiane.

1939 — 624 . 012

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 141.

P. Bona. Allargamento del ponte in muratura sul fiume Toce al km. 52 + 555 in dipendenza del raddoppio della linea Arona-Domodossola, pag. 9, figure 10.

1939 — 621 . 431 . 72

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 150.

M. Diegoli. Determinazione dei coefficienti caratteristici di esercizio delle automotrici a combustione interna, pag. 16, fig. 16.

1939 — 621 . 9 : 531 . 775

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 166.

A. Cuttica e R. Taglioni. L'officina tachimetri delle F. S. nell'organizzazione attuale, pag. 25, fig. 19.

1939 — 669 . 71

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 190 (Informazioni).

Sviluppi prevedibili nella produzione dell'alluminio, pag. ½.

1939 — 629 . 972 : 625 . 23

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 191 (Libri e Riviste).

Nuovi sistemi di trasmissione per le dinamo dell'illuminazione elettrica autonoma delle vetture, pag. 1,½, fig. 2.

1939 — 621 . 132 . 65

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 192 (Libri e Riviste)

Locomotiva per treni passeggeri ad alta velocità, pag. 1, fig. 1.

1939 — 625 . 143 . 48

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 193 (Libri e Riviste).

La saldatura delle rotaie a lunghe tratte, pag. 2, fig. 4.

1939 — 621 . 135 / 625 . 1 . 036

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 195 (Libri e Riviste).

Esperimenti americani sugli effetti dinamici delle locomotive a vapore, pag. 3, fig. 4.

1939 — 621 . 33 . (.42)

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 198 (Libri e Riviste).

Alcuni esperimenti secondari nell'elettrificazione ferroviaria, pag. ½.

1939 — 656 . 25

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 198 (Libri e Riviste).

Impianto di segnalazioni per il transito dei treni sul ponte attraverso la baia di S. Francisco, pag. 1 e ½.

1939 — 385. (02

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 200 (Libri e Riviste).

L'Agenda Dunod 1939 per le Ferrovie, pag. 1.

**

L'Energia Elettrica.

1939 — 621 . 33 . (09)

L'Energia Elettrica, ottobre, pag. 764.

G. Giorgi. La tecnica della trazione elettrica nel triennio 1886-87-88, pag. 4,½, fig. 4.

L' Industra Meccanica.

1939 — 621 . 9

L'Industria Meccanica, ottobre, pag. 699.

D. Novo. Raccolta e selezione delle forniture e dei cascami metallici vari nelle officine, pag. 5.

1938 — 553 (.497 . 1) / 669 (.497 . 1)

L'Industria Meccanica, ottobre, pag. 721.

M. Malatesta. La produzione mineraria e l'industria metallurgica in Jugoslavia, pag. 3.

L' Elettrotecnica.

1939 — 621 . 316 . 722

L'Elettrotecnica, 10 ottobre, pag. 642.

E. Maggi. Regolatori di tensione moderni: interventi tempestivi ed azione rapida, pag. 8, fig. 17.

1939 — 621 . 313

L'Elettrotecnica, 25 ottobre, pag. 662.

A. Carrer. Elementi della teoria generale della metadinamo, pag. 3 ½, fig. 6.

L' Energia Termica.

1939 — 621 . 431 . 72

L'Energia termica, settembre, pag. 214.

A. Polese. La sovralimentazione dei Diesel nella trazione ferroviaria, pag. 5.

LINGUA FRANCESE

Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer

1939 — 385 . 114 & 656 . 22

Bull. du Congrès des chemins de fer, septembre, pag. 891.

Réunion élargie de la Commission permanente (6-8 juillet 1939). — Compte rendu des discussions en Sections: Question I: Moyens utilisés pour l'accélération des trains de voyageurs et dépenses qui en résultent. Cas particulier de l'exploitation par autorails et bilan financier de ce genre d'exploitation. — Question II: Quel est l'aspect sous lequel, du point de vue de l'intérêt général comme de celui des Réseaux de chemins de fer, doivent être dorénavant envisagés les problèmes de simplification de l'exploitation? Pag. 37.

1939 — 385 . 114, 656 . 2 & 656 . 22

Bull. du Congrès des chemins de fer, septembre, pag. 927.

Réunion élargie de la Commission permanente (6-8 juillet 1939). — Compte rendu de la Séance plénière du 8 juillet 1939. (Annexe: Conclusions définitives: Questions I e II). Pag. 14.

1939 — 385 . (06 . 111

Bull. du Congrès des chemins de fer, septembre, pag. 941.

Documents officiels de la Commission permanente de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer. — Réunion de la Commissione permanente à Bruxelles (6 au 8 juillet 1939). (Annexe 1: Liste des participants. — Annexe 2: Liste des questions portées à l'ordre du jour de la 14e Session). Pag. 10.

1939 621 . 132 . 3 (.493)
Bull. du Congrès des chemins de fer, settembre, pag. 951.
NOTESSE (R.). Locomotives « Atlantic » type 12 de la Société Nationale des Chemins de fer belges. Pag. 26, fig. 11.

1939 621 . 43
Bull. du Congrès des chemins de fer, settembre, pag. 977.
KOFFMANN (J. L.). Augmentation du poids adhérent des autorails. Pag. 4, fig. 2.

1939 62 . (01 (.42) & 625 . 4 (.42)
Bull. du Congrès des chemins de fer, settembre, pag. 981.
TREVOR (J. S.). Insonorisation des « Tubes » de Londres. Pag. 4 ½, fig. 2.

1939 62 . (01 (.73) & 721 . 1 (.73)
Bull. du Congrès des chemins de fer, settembre, pag. 986.
Protection de bâtiments construits au-dessus d'une gare à traction à vapeur. Pag. 9 ½, fig. 7.

1939 656 . 222 . 1 (.45)
Bull. du Congrès des chemins de fer, settembre, pag. 996.
Percours d'essai remarquable d'un Electrotrain sur la ligne Florence-Milan. Pag. 2, fig. 1.

Revue Générale des Chemins de fer.

1939 629 . 123
Revue Générale des Chemins de fer, agosto, pag. 73.
BARRIER. Relations Paris-Londres. Le Service Franco-Anglais Dieppe-Newhaven. Paquebots et cargo de la S.N.C.F., pag. 18, fig. 2.

1939 656 . 213 (44)
Revue Générale des Chemins de fer, agosto, pag. 91.
A. PIERSON. Les transports de marée au départ de Boulogne-sur-Mer, pag. 9, fig. 7.

1939 656 . 25 (44)
Revue Générale des Chemins de fer, agosto, pag. 100.
LEMONNIER. Unification des règlements de sécurité de la S.N.C.F., pag. 6.

1939 625 . 215
Revue Générale des Chemins de fer, agosto, pag. 106.
AD.-M. HUG. Le problème du guidage des essieux dans les courbes, pag. 5, fig. 6.

1939 621 . 133 . 21 (44)
Revue Générale des Chemins de fer, agosto, pag. 111.
JOUVELET et DORIOT. L'adoption par la S.N.C.F. de l'acier pour la construction de foyers de locomotives, pag. 6, fig. 1.

1939 621 . 331 . 09 (44)
Revue Générale des Chemins de fer, agosto, pag. 117.
GASTINE. L'Électrification de la ligne de Massy-Palaisseau à St-Rémy, pag. 7, fig. 7.

1939 351 . 812
351 . 813
Revue Générale des Chemins de fer, agosto, pag. 124.
Informations. — Un accord récent entre la voie ferrée et la voie navigable pour le transport de marchandises en provenance de la région côtière de Caen à Hambourg et Bâle ou vice versa, pag. 1 ½, fig. 1.

1939 621 . 331 . 09 (44)
Revue Générale des Chemins de fer, agosto, pag. 126.
Informations — L'Électrification en France, pag. mezza.

1939 656 . 222 (43)
Revue Générale des Chemins de fer, agosto, pag. 127.
Les Chemins de fer à l'étranger. L'horaire d'été de la Reichsbahn, pag. ½.

1939 621 . 131 . 1
Revue Générale des Chemins de fer, agosto, pag. 127.
Le chemins de fer à l'étranger. Puissance nécessaire pour remorquer un train de voyageurs de 1.000 tonnes, pag. 3 ½, fig. 14.

1939 621 . 132 . 62 (43)
Revue Générale des Chemins de fer, agosto, pag. 131.
Les chemins de fer à l'étranger. Nouvelles locomotives 1-5-1, série 45 pour trains de marchandises des Chemins de fer allemands, pag. 2, fig. 6.

1939 621 . 132 . 62 (73)
Revue Générale des Chemins de fer, agosto, pag. 133.
Les Chemins de fer à l'étranger. Locomotives modernes de manoeuvres aux Etats-Unis, pag. 1, fig. 4.

1939 621 . 132 . 6 (73)
Revue Générale des Chemins de fer, agosto, pag. 134.
Les Chemins de fer à l'étranger. Les locomotives 2-3-2 du Canadian Pacific Railroad, pag. 1, fig. 1.

1939 621 . 335 . 2 (67)
Revue Générale des Chemins de fer, agosto, pag. 135.
Les Chemins de fer à l'étranger. Locomotives électriques pour trains de marchandises, type B'o-B'o A 3.000 V. (Afrique du Sud), pag. 1, fig. 3.

1939 656 . 225 (492)
Revue Générale des Chemins de fer, agosto, pag. 136.
Les Chemins de fer à l'étranger. Containers hollandais, pag 1, fig. 6.

1939 625 . 111
Revue Générale des Chemins de fer, agosto, pag. 137.
Les Chemins de fer à l'étranger. Les dépenses de suppression des passages à niveau.

1939 625 . 143
Revue Générale des Chemins de fer, agosto, pag. 138.
Les Chemins de fer à l'étranger. Nouveau procédé de soudure oxy-acétylénique des rails, pag. 1.

Revue Générale de l'Electricité.

1939 621 . 314 . 62
Revue Générale de l'Electricité, 29 luglio, pag. 99.
L. DUBAR. Le redresseur à l'oxyde de cuivre, pag. 15, fig. 16.

1939 621 . 33 (. 492)
Revue Générale de l'Electricité, 5 agosto, pag. 135.
R. D'ABOVILLE. L'électrification des chemins de fer néerlandais, pag. 6 ½, fig. 9.

1939 621. 315 . 056 . 3
Revue Générale de l'Electricité, 12 e 19 agosto; pag. 165 e 201.
W. DOUBLE e D. TUCK. La vibration des conducteurs des lignes aériennes, pag. 20, fig. 22.

1939 621 . 36

Revue Générale de l'Electricité, 2 settembre, pagina 259.

A. Clergeot. Le chauffage électrique industriel, pag. 7, fig. 4.

LINGUA TEDESCA

Elektrotechnische Zeitschrift.

1939 621 . 3 . 014 . 3: 621 . 3 . 012

Elektrotechnische Zeitschrift, 21 settembre, pag. 1107.

L. Binder. Einfachstes Bild für streckenkurzschluss, pag. 2, fig. 4.

1939 621 . 317 . 7 + 621 . 314 . 63 . 018 . 7

Elektrotechnische Zeitschrift, 28 settembre, pag. 1125.

H. Pfannermüller. Zur Frage des Kurvenformfehlers von Gleichrichter-Messgeräten, pag. 4,½, fig. 1.

1939 621 . 335 . 42 . 831 . 1

Elektrotechnische Zeitschrift, 28 settembre, pag. 1140.

Zweiteilige Schnelltriebzüge für 160 km/h der Deutschen Reichsbahn, pag. 1.

Schweizerische Bauzeitung.

1939 624 . 191 . 94

Schweizerische Bauzeitung, 8 luglio, pag. 20.

C. Andreae. Zum Problem der Autostrassentunnel, pag. 3.

1939 621 . 431 . 72 (.494)

Schweizerische Bauzeitung, 15 luglio, pag. 27.

F. Steiner. Der Doppelschnelltriebwagen, pag. 5, fig. 12.

1939 625 . 2

Schweizerische Bauzeitung, 15 luglio, pag. 32.

R. Liechty. Das Eisenbahn — Rollmaterial an der Schweizer. Landesaussatellung 1939, pag. 4,½, fig. 18.

1939 624 . 2

Schweizerische Bauzeitung, 26 agosto, pag. 101.

A. Sutter. Die neue Russeinbrücke Zwischen Disentis und Somvix, pag. 2 ½, fig. 11.

1939 621 . 317 . 32

Schweizerische Bauzeitung, 26 agosto, pag. 103.

M. Ros. Ergebnisse der Verformungs und Spannungsmessungen, pag. 2, fig. 2.

LINGUA INGLESE

Railway Age.

1939 624 . 2 . 012 . 3

Railway Age, 15 luglio, pag. 102.

C. N. R. builds more long-span Concret bridges, pag. 5,½, fig. 10.

1939 621 . 431 . 72

Railway Age, 15 luglio, pag. 108.

H. H. Urbach Diesel locomotive operation, pag. 7.

1939 625 . 244

Railway Age, 22 luglio, pag. 137.

Ten Morrell refrigerators made of Douglas Fir Plywood, pag. 2, fig. 4.

1939 625 . 232 (. 73).

Railway Age, 26 agosto, pag. 307.

Southern buys express cars of high-tensile steel, pag. 1,½, fig. 4.

Engineering.

1939 551 . 244

Engineering, 28 luglio, pag. 103.

H. Chatley. Slips in clay banks, pag. 1, fig. 4.

1939 620 . 166
629 . 1 - 272 . 274

Engineering, 28 luglio e 11 agosto; pag. 113 e 174.

R. M. Davies. The vibrations of helical springs, pag. 3.

1939 625 . (245 : 17)

Engineering, 1° settembre, pag. 253.

M. F. O. de Mellor. Track-recording car on the Great Indian Peninsular Railway, pag. 3, fig. 9.

1939 621 . 431 . 72

Enginering, 1° settembre, pag. 270.

3 ft. gauge Diesel-engined locomotive, pag. 1, fig. 2.

The Railway Gazette

1939 625 . 143 . 3

The Railway Gazette, 14 luglio, pag. 52.

Steel rail failures, pag. 4 ½, fig. 2.

1939 621 . 33
625 . 2 . 013 . 2

The Railway Gazette, 14 luglio, pag. 60.

Automatic Couplers for electric stock, pag. 2 ½, fig. 4.

1939 621 . 138 (.44)

The Railway Gazette, 14 luglio, pag. 62.

Lifting locomotives for repair work. New system introduced in France, pag. 1, fig. 2.

1939 656 . 25

The Railway Gazette, 21 luglio, pag. 92.

Signalling on Paris Metropolitan extension line, pag. 1, fig. 1.

1939 625 . 143 . 48

The Railway Gazette, 21 luglio, pag. 101.

A. H. Cantrell. Long welded rails, pag. 3, fig. 2.

1939 621 . 135 . 5

The Railway Gazette, 11 agosto, pag. 204.

G. W. Mc Ard. Locomotive brake block pressures, pag. 1 ½, fig. 6.

1939 621 . 335

The Railway Gazette, 18 agosto, pag. 94.

Heavy electric shunting locomotives, pag. 1 ½, fig. 2.

LINGUA SPAGNOLA

Ingenieria.

1939 624 . 154

Ingenieria, aprile, pag. 123.

K. Von Terzaghi. Uso y abuso de los Pilotes, pag. 10, fig. 31.

1939 624 . 13

Ingenieria, aprile, pag. 150.

K. Von Terzaghi. Altura critica y factor de Seguridad contra el deslizamento de los Taludes, p. 5 ½, fig. 9-c.

ANNO XXVIII - VOL. LVI - N. 6 RIVISTA MENSILE Roma, 15 dicembre 1939 (Anno XVIII)

Abbonamento annuo: Pel Regno L. **72**; per l'Estero (U. P.) L. **120**. Un fascicolo separato rispettivamente L. **7,50** e L. **12,50**

Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

Quota annuale di associazione L. **36**

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato, all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

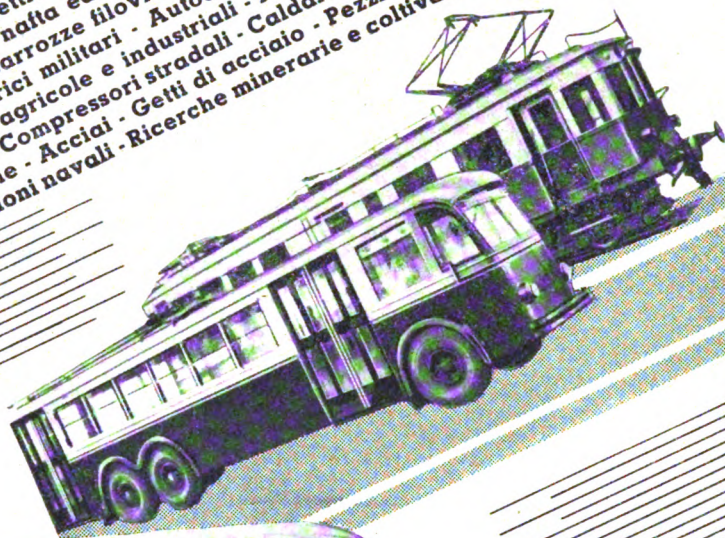
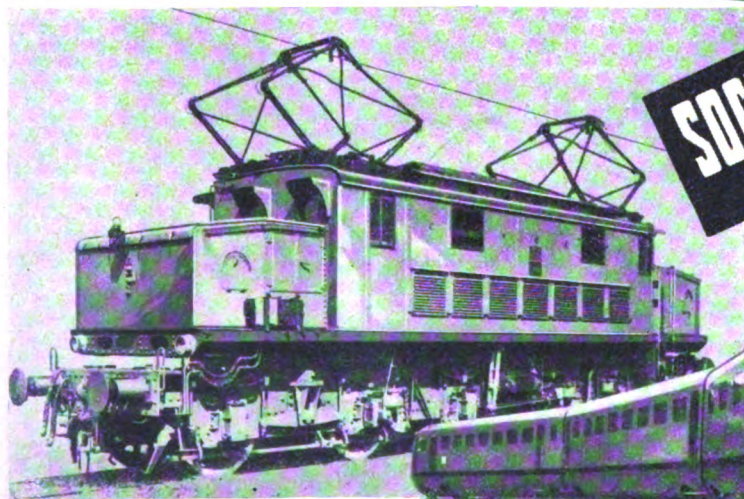
Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA - Via delle Terme di Diocleziano, 90 - Telefono 44-303

SOMMARIO

Locomotive elettriche e a vapore - Elettrotreni - Automotrici con motori a nafta ed elettriche - Carrozze e carri ferroviari e tramviari - Carrozze filoviarie - Aeroplani - Armi - Bombe e proietti - Trattrici militari - Autocarri campali pesanti - Macchine elettriche, agricole e industriali - Macchine pel trattamento dei minerali - Compressori stradali - Caldaie - Serbatoi - Carpenterie metalliche - Acciai - Getti di acciaio - Pezzi stampati e forgiati - Costruzioni navali - Ricerche minerarie e coltivazione di miniere.
SOCIETA' ITALIANA ERNESTO BREDA
MILANO
BREDA

Anno XXVIII - Vol. LVI 15 dicembre 1939 - Anno XVIII - N. 6

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla "Rivista" da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

Computo del peso-frenato dei treni viaggiatori

Ing. M. FASOLI, per incarico del Servizio Materiale e Trazione delle F. S.

Riassunto. — Viene messa in evidenza l'importanza fondamentale dell'esatta conoscenza della efficacia del freno dei rotabili, sulla possibilità di circolazione dei treni ad alta velocità, e vengono illustrate le nuove norme internazionali relative alla determinazione del peso-frenato dei veicoli destinati ai treni viaggiatori.

Col rapido progredire della tecnica ferroviaria, che ha consentito di raggiungere coi treni viaggiatori velocità che fino a pochi anni addietro si potevano ritenere proibitive per i veicoli su rotaie, il problema della frenatura ha assunto importanza fondamentale sotto due aspetti caratteristici:

1) perfezionamento dell'apparecchiatura del freno per realizzare l'arresto nel minimo spazio possibile, col minimo di reazioni;

2) computo esatto, ed iscrizione sul veicolo della efficacia del proprio freno, in modo che per qualsiasi composizione di treno sia possibile il conteggio rapido e preciso della *capacità di frenatura* totale del treno, così da poter sempre adeguarne la velocità massima alla effettiva possibilità d'arrestarlo nello spazio desiderato.

Per quanto riguarda il perfezionamento dell'apparecchiatura del freno, si è già accennato su questa rivista alla soluzione adottata dalle F. S. per la frenatura ad alta velocità (1).

Vediamo ora, invece, cosa s'intenda per peso-frenato, come si computa, e come viene utilizzato nelle norme di frenatura.

Il peso-frenato è un numero che rappresenta l'effettiva efficacia del freno del veicolo, la capacità cioè che il veicolo possiede di potersi arrestare in un determinato percorso — chiamato percorso d'arresto — quando, essendo il veicolo animato da una determinata velocità, venga provocata una frenatura rapida.

A questa definizione, chiara e lineare, che sintetizza le norme internazionali ultimamente approvate per la determinazione del peso-frenato dei veicoli adibiti al servizio coi treni viaggiatori, si è giunti dopo anni di studi e di prove, che hanno messo in luce

(1) Ing. M. FASOLI: *Il freno per alta velocità dei veicoli delle F. S.*, anno XXVII, vol. LIII, n. 2, 15 febbraio 1938-XVI.

la complessità del problema, data la grande quantità degli elementi variabili che influiscono sul risultato.

È ben evidente che l'unità di misura con la quale il peso-frenato viene determinato non ha alcuna importanza pratica; è invece d'importanza fondamentale che detta unità di misura sia praticamente identica per tutte le amministrazioni, cosicchè, ad esempio, un treno di un certo numero d'assi, del peso di T tonnellate, animato dalla velocità V, e con peso-frenato totale di T' tonnellate possa venire arrestato in uno spazio di S metri, a qualunque amministrazione appartengano i veicoli che compongono il treno stesso, e perciò anche nel caso di composizioni promiscue.

Tuttavia anche la scelta dell'unità di misura non era priva d'importanza al fine di rendere possibile ad alcune importanti amministrazioni di utilizzare, anche col nuovo metodo di computo e d'iscrizione del peso-frenato, tabelle di frenatura analoghe, se non identiche, a quelle già in uso.

Per questo, la nostra Amministrazione effettuò le esperienze con le quali fu stabilita la nuova regola per la determinazione del peso-frenato con una carrozza che corrispondeva mediamente alla carrozza *unità* definita sulle precedenti norme, e che doveva servire di base per le determinazioni relative a tutti gli altri veicoli.

La suddetta definizione della carrozza *unità* era:

« *Ogni carrozza con carrelli a due assi, avente una tara di 50 tonn. e frenata per mezzo di 16 zoccoli in ghisa comune su ciascuno dei quali si esercita in corsa una pressione di 2,5 tonn., ha un peso frenato uguale alla propria tara, cioè di 50 tonn.* ».

Il peso-frenato d'ogni altra carrozza deve essere determinato sperimentalmente con prove comparative, effettuate su treni intieri, tra questa carrozza e la carrozza unità.

Già nella definizione della *carrozza unità* vi era una fonte non indifferente di errori, perchè non si teneva alcun conto del coefficiente d'attrito tra cerchione e ceppo che dipende essenzialmente dalla qualità del materiale di cui questi sono costituiti.

D'altra parte il metodo di comparazione su treno completo richiedeva prove lunghe e dispendiose ed introduceva un altro elemento di incertezza, in quanto, non essendo fissata la composizione del treno di prova, la resistenza dell'aria, e quella organica della locomotiva, non avevano una influenza costante sul percorso d'arresto; inoltre la resistenza organica della locomotiva utilizzata per le prove poteva essere sensibilmente differente da un'amministrazione all'altra sopratutto se alcune avessero utilizzato locomotive elettriche, ed altre locomotive a vapore.

Il metodo proposto dalla nostra Amministrazione, ed ora accettato, elimina queste cause d'errore ed è di estrema semplicità.

È basato sulla utilizzazione di curve che, per velocità di 100 e di 120 km./ora, danno i percorsi d'arresto in funzione della percentuale di peso-frenato. Tali curve rappresentate nella fig. 1, sono state determinate procedendo nel modo appresso indicato. Per semplicità tratteremo solo della curva relativa alla velocità di 120 km./ora; si comprende facilmente come gli stessi concetti possano essere estesi alla curva $V = 100$ km./ora. Vedremo poi quando per la determinazione del peso-frenato si debba utilizzare l'una o l'altra delle due curve.

Per ottenere la curva relativa a $V = 120$ km./ora si è operato nel modo seguente: Una carrozza il cui peso era stato portato, mediante zavorra, esattamente al valore di

50 tonn., venne frenata in modo che la pressione esercitata in corsa dai ceppi contro le ruote fosse in media di 2500 kg. Essendo la carrozza frenata con 16 ceppi in ghisa, la carrozza stessa corrispondeva alla *carrozza unità* definita nelle precedenti norme. La carrozza era munita di un'installazione volante — costituita da un serbatoio che poteva essere caricato d'aria a pressione elevata, da un rubinetto normale a due vie, e da un corredo di manometri — che permetteva di mantenere la pressione della condotta esattamente al valore voluto di 5 kg./cmq. fino al momento della frenatura, pur essendo la condotta generale della carrozza staccata dal rimanente del treno.

Per l'effettuazione delle prove l'equipaggiamento del freno della *carrozza unità* veniva caricato a 5 kg.cmq., e il serbatoio principale, posto in un vestibolo, alla pressione di circa 6,5 km./cmq. onde avere una sufficiente riserva d'aria per sopperire alle inevitabili fughe. Dopo di che gli accoppiamenti dell'aria venivano staccati e la *carrozza unità* restava unita al resto del treno solo mediante una maglia speciale, sganciabile in corsa.

Il treno era costituito: da una locomotiva, dalla carrozza *prova-freni*, e dalla *carrozza unità* ora descritta.

Le prove consistevano nella determinazione del percorso d'arresto realizzato in rettifilo ed in orizzontale effettuando delle frenature rapide alla velocità di 120 km./ora. Le frenature rapide venivano provocate dall'interno della *vettura unità* mediante apertura della valvola del frenatore, quando la carrozza passava davanti ad un punto prestabilito della linea.

La carrozza stessa era naturalmente già sganciata dal treno, e la manovra di sganciamento era stata effettuata da un altro punto prestabilito che precedeva di circa 50 metri il punto fissato per la frenatura.

La misura della velocità veniva effettuata sulla carrozza prova-freni che è munita di tachimetri indicatori e registratori e che poteva considerarsi praticamente animata da velocità identica a quella della *carrozza unità;* la misura del percorso d'arresto veniva fatta sul terreno.

Ripetute prove permisero di determinare con sufficiente esattezza il percorso d'arresto a 120 km./ora, della *carrozza unità* lanciata isolatamente.

Poichè la *carrozza unità* ha per definizione un peso-frenato uguale alla *propria* tara, cioè di 50 tonn., ne venne in definitiva che il percorso d'arresto così determinato poteva esser considerato come il percorso d'arresto di tutti i veicoli aventi un peso-frenato corrispondente al 100% della propria tara. Dopo di che la *carrozza unità* venne sovraccaricata fino al peso di tonn. 52,63. Non essendo stata alterata la frenatura, il peso-frenato era sempre di 50 tonn. cosicchè rispetto alla nuova tara della carrozza, la percentuale di peso-frenato della carrozza era: $\frac{50}{52,63} = 0,95$.

Con lo stesso metodo precedentemente descritto si determinò anche in questo caso il valore del percorso d'arresto alle velocità di 120 km./ora; aumentando successivamente il carico della carrozza si determinò il percorso d'arresto per pesi-frenati corrispondenti al 90 all'85 ed all'80% della tara.

Fu così possibile tracciare la curva superiore della figura 1, nella quale, per la velocità di 120 km./ora sono rappresentati i percorsi d'arresto in funzione della percentuale di peso-frenato,

In modo analogo è stata tracciata la curva inferiore, per $V = 100$ km./ora.

Tracciate queste due curve l'uso della carrozza unità non è più necessario e quindi le varie Amministrazioni che fanno la determinazione del peso-frenato del loro materiale rotabile non hanno necessità di equipaggiare speciali carrozze rispondenti alla definizione di carrozza unità.

Queste curve che sono state ora adottate dall'U. I. C. con lievi varianti, per tener conto di analoghe prove effettuate dalle ferrovie germaniche, permettono la determinazione del peso-frenato di qualsiasi veicolo nel modo più semplice. Basta infatti operare nel modo seguente.

Il veicolo del quale si vuol determinare il peso-frenato viene ripetutamente lanciato col metodo ora descritto per determinare esattamente il percorso d'arresto alla velocità di 100 o di 120 km./ora. Detto percorso d'arresto dà direttamente, utilizzando la curva corrispondente della figura 1, la percentuale di peso-frenato della carrozza. Moltiplicando tale valore percentuale per il peso effettivo della carrozza al momento del lancio, (compresa perciò l'installazione volante e gli operatori) si avrà il peso-frenato in tonnellate da iscrivere sul veicolo.

FIG. 1. — Curve per la determinazione del peso frenato mediante prove effettuate a veicolo frenato.

Balza agli occhi la semplicità del sistema che, oltre tutto, ha il vantaggio di eliminare completamente il concetto di *carrozza unità* che era fonte di errori, dato che nulla avrebbe potuto provare l'identità delle *carrozze unità* delle diverse amministrazioni. In pratica avremmo avuto *carrozze unità* differenti anche per la diversa esattezza degli strumenti di misura.

Con l'adozione delle curve della fig. 1, che sono uniche per tutte le Amministrazioni, si elimina perciò tutta una serie di possibili errori.

La scelta della velocità alla quale deve essere effettuato il lancio per la determinazione del peso-frenato, non è arbitraria, per quanto in linea puramente teorica si possa ritenere di giungere a risultati praticamente identici effettuando le prove sia a 100 che a 120 km./ora.

Ma per avvicinare le condizioni della prova a quelle pratiche di esercizio per quanto riguarda le condizioni termiche dei ceppi, condizioni che hanno influenza decisiva sul valore del coefficiente d'attrito, si è stabilito che i lanci a 100 km./ora debbano essere

effettuati solamente con quei veicoli che non possono circolare a velocità superiore a 100-105 km./ora (carri adibiti a trasporti celeri).

Per tutti gli altri veicoli destinati a circolare coi treni viaggiatori, le prove dovranno di regola essere effettuate a 120 km./ora.

Vogliamo ora mettere in particolare rilievo che le curve della fig. 1 non potranno essere direttamente utilizzate per la formazione delle tabelle di frenatura. Infatti il percorso d'arresto della carrozza lanciata isolatamente è sensibilmente più breve di quello che si realizza con un treno formato da quelle stesse carrozze, per effetto della resistenza che l'aria esercita frontalmente, resistenza che ha un'influenza più sensibile su una carrozza isolata che su un treno completo.

Per la formazione delle tabelle di frenatura ogni amministrazione agirà nel modo che crederà più conveniente a seconda della distanza fra i segnali esistenti sulle proprie reti, e del margine di sicurezza che vorrà lasciare tra detta distanza e il percorso d'arresto effettivo realizzabile coi treni.

In ogni caso, le tabelle di frenatura dovranno stabilire per determinate velocità e pendenze, la percentuale minima di peso-frenato, rispetto al peso totale del treno.

Ciò che invece è di capitale importanza è il fatto che i pesi-frenati scritti sulle carrozze delle differenti Amministrazioni siano determinati con la stessa unità di misura e che il sistema per la determinazione sia sufficientemente semplice da permettere la sua utilizzazione col minimo possibile di errori; e questo è facilmente realizzabile col metodo da noi proposto, ed adottato ora dall'U. I. C.

Per quelle Amministrazioni che desiderino determinare il peso-frenato delle carrozze con prove su treno completo anzichè mediante il lancio di carrozze prese isolatamente, sono state stabilite con un treno di 15 *carrozze unità*, identiche a quella precedentemente definita, le curve della fig. 2, con metodo analogo a quello dal lancio della carrozza isolata. Dette curve, che per velocità di 120 e di 100 km./ora danno la percentuale di peso-frenato in funzione del percorso d'arresto sono state determinate con treni di 60 assi e devono essere pertanto utilizzate soltanto con treni di 60 assi. La loro utilizzazione è pure abbastanza semplice. Bisogna però disporre di un treno di 60 assi com-

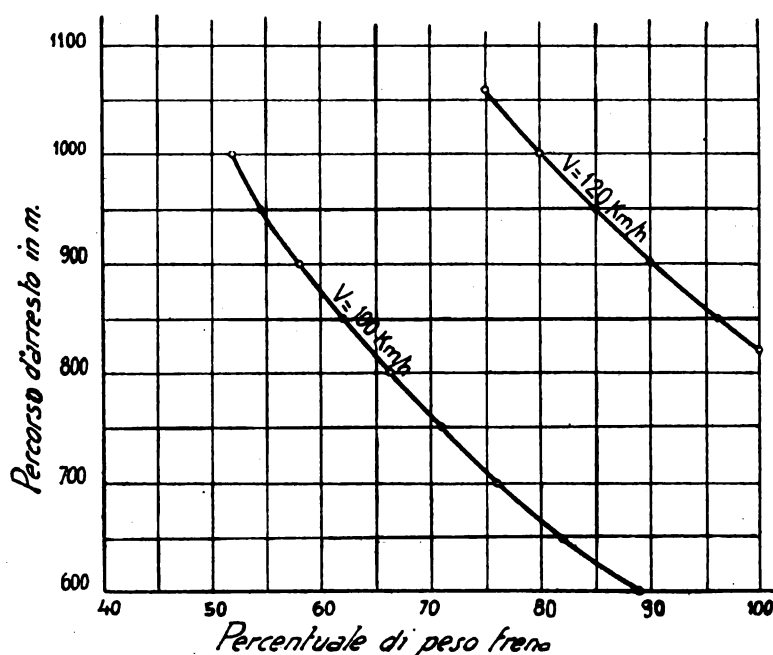
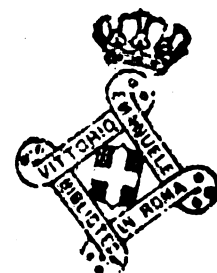



Fig. 2. — Curve per la determinazione del peso frenato mediante prove effettuate con treno di 60 assi.

posto tutto di veicoli uguali, dei quali si vuole determinare il peso-frenato, e d'una locomotiva che li possa rimorchiare alla velocità voluta di 100 o di 120 km./ora a seconda che si tratti di veicoli che possono circolare a 100 o a 120 km./ora. La locomotiva non deve essere frenata. Stabilito il percorso d'arresto in rettifilo ed in orizzontale alla velocità di 120 o di 100 km./ora, si trova sulla curva corrispondente della fig. 2 la percentuale di peso-frenato posseduta dal treno. Moltiplicando tale valore percentuale per il peso totale del treno, locomotiva compresa, si avrà in tonnellate il peso-frenato del treno. Dividendo tale peso-frenato per il numero dei veicoli mediante la cui frenatura il treno è stato arrestato si avrà il peso-frenato di ogni singolo veicolo.

Come si vede, il principio seguito per la determinazione del peso-frenato è sempre il medesimo, ed è precisamente basato sull'utilizzazione di una curva che per una data velocità ci dà la percentuale di peso-frenato in funzione del percorso d'arresto.

Rispetto alla determinazione effettuata col lancio di una sola carrozza, il metodo con treno completo di 60 assi ha il pregio di rendere trascurabile l'effetto di una differente resistenza frontale all'aria delle carrozze, differenza che se ha influenza sensibile quando la carrozza è isolata, ne ha meno quando la carrozza è in composizione ai treni. L'osservazione ha però un valore sostanzialmente teorico in quanto le carrozze per la presenza dei normali organi di accoppiamento repulsione ed intercomunicazione, hanno il fronte prevalentemente piatto, cosicchè la loro resistenza frontale varierà di poco da un tipo all'altro.

Per contro, nelle prove effettuate con treno completo, ha una importanza non trascurabile la resistenza organica della locomotiva, resistenza che varia da tipo a tipo, con differenze sopratutto sensibili se si passa dalle locomotive a vapore a quelle elettriche.

L'errore però si ripartisce su un numero elevato di rotabili (60 assi) e non è perciò di rilevante entità.

In complesso ambedue i metodi si prestano a determinazioni rapide e sufficientemente precise del peso-frenato. La loro semplicità garantisce che saranno coscienziosamente applicati dalle differenti amministrazioni cosicchè si potrà avere affidamento pieno che i pesi-frenati scritti sui rotabili rappresenteranno effettivamente l'efficacia della frenatura degli stessi.

Solo così sarà possibile elevare la velocità dei treni al valore massimo consentito dalla loro capacità di frenatura, dato che sul valore di questa si potrà fare pieno affidamento.

I risultati delle ferrovie belghe nel 1938.

Le caratteristiche dell'esercizio 1938 della Società Nazionale delle Ferrovie Belghe si possono così riassumere:

1) il traffico viaggiatori, espresso in viaggiatori-chilometri, è diminuito del 3 % rispetto a quello del 1937;

2) il traffico merci, espresso in tonnellate-chilometri, è diminuito del 17,4 %;

3) le entrate d'esercizio sono ridotte del 5,4 %;

4) le spese d'esercizio (2,542,4 milioni) sono cresciute del 2,3 %;

5) il conto d'esercizio ha lasciato un deficit di milioni 172,5. Nel 1937 si era invece avuto un beneficio di 36,8 milioni; nel 1936 un deficit di 17,5 e nel 1935 un avanzo di 78,7 milioni;

6) il coefficiente d'esercizio è passato da 98,65 a 106,78 %;

7) il deficit totale dell'anno 1938 è stato di 283,5 milioni contro 28 milioni nel 1937,

Analisi delle azioni dinamiche che sollecitano le sale delle automotrici

Ing. F. DI MAJO, del Servizio Materiale e Trazione delle F. S.

Memoria vincitrice del V Concorso al Premio Mallegori bandito dal Collegio degli Ingegneri Ferroviari

Riassunto. — Durante i primi anni di esercizio con automotrici veloci a combustione interna, presso quasi tutte le Reti ferroviarie del mondo, i casi di rottura di sale sono stati relativamente molto più frequenti di quanto per l'addietro non era avvenuto per gli ordinarii veicoli. Ciò è dovuto all'indebita estensione di un metodo sbrigativo di calcolo delle dimensioni resistenti, che, mentre può non dar luogo ad inconvenienti per le sale dei veicoli, si rivela troppo poco sicuro per le automotrici. Normalmente nel verificare la resistenza delle sale per veicoli non si calcolano direttamente le sollecitazioni dinamiche e gli sforzi secondari dovuti alla presenza di raccordi, cuscinetti, chiavette, scanalature, ecc., ma si usa tenerne conto limitando a valori molto bassi la tensione unitaria del materiale sotto l'azione del solo carico statico (rapporto $\frac{R}{\sigma} = 10 \div 15$). Applicato alle sale delle automotrici, nelle quali le tensioni prodotte dalle azioni dinamiche e dagli sforzi secondari sono molto maggiori di quelle prodotte dal carico statico, questo sistema non può dare alcun affidamento. Le automotrici infatti per le loro caratteristiche di leggerezza e di facile inscrittibilità in curva hanno limitazioni di velocità meno severe di quelle imposte ai treni trainati da locomotiva e possono perciò mantenere velocità molto elevate anche su tratti di linea in condizioni di manutenzione non perfette, con la conseguenza di esaltare le sollecitazioni di urto che si manifestano al passaggio degli assi sui giunti delle rotaie. Anche i moti di serpeggiamento ed i momenti flettenti prodotti sull'asse dall'urto fra bordino e fungo della rotaia sono più accentuati in una automotrice che non in un veicolo trainato ed infine non va trascurato il fatto che le boccole con cuscinetti a rulli usate sulle automotrici generano, molto più delle boccole a metallo di antifrizione, una notevole disuniformità di distribuzione delle tensioni nella sezione di calettamento con concentrazioni di sforzi che favoriscono pericolosamente la rottura a fatica.

La sollecitazione dinamica più grave e più difficile da indagare è quella che si produce per gli urti sui giunti delle rotaie. Lo studio comprende tre parti: 1) Esame delle deformazioni che il binario subisce al passaggio dell'asse. 2) Determinazione delle accelerazioni verticali che si generano per la variazione di direzione della traiettoria dell'asse, dopo che questo ha oltrepassato il giunto. 3) Calcolo delle deformazioni della sala, e perciò delle tensioni massime, prodotte dalle accelerazioni verticali che agiscono sull'asse e sulle masse ad esso rigidamente collegate.

Negli esempi numerici è trattato il caso delle automotrici ALn 40 (per le quali più frequenti furono le rotture, tanto da rendere necessarie importanti modifiche) e si rileva che per l'asse nella sua forma originale le tensioni che si generano nei punti più sollecitati non sono lontane dal limite di resistenza a fatica, in modo che piccole anormalità di carattere accidentale e non prevedibile possono provocare la rottura; esaminato poi l'asse nella sua forma modificata, viene messo in evidenza il notevole miglioramento ottenuto.

Premessa.

Tutti gli elementi resistenti di un veicolo ferroviario sono soggetti, oltre che al normale carico statico (dovuto al peso proprio ed al peso delle persone e delle cose trasportate) a carichi di natura dinamica, dovuti essenzialmente alla forza centrifuga, alle accelerazioni di frenatura e di avviamento ed alle accelerazioni verticali e trasversali prodotte dalle irregolarità della via. Mentre in generale, in base ai principi fondamentali della scienza delle costruzioni, non si incontrano particolari diffi-

coltà nel determinare il valore delle sollecitazioni prodotte dal carico statico, è tutt'altro che facile calcolare con sufficiente approssimazione le sollecitazioni dovute ai carichi di natura dinamica.

Per le sale la verifica di resistenza è poi complicata dal fatto che il carico che agisce su di esse non è uniderizionale e costante, ma, in conseguenza della continua rotazione e delle rapide vibrazioni, si annulla e si inverte con ritmo frequente. Il materiale viene perciò sollecitato « a fatica » e può, dopo un gran numero di cicli essere portato alla rottura anche con tensioni unitarie notevolmente inferiori al carico di rottura alla trazione. Data la natura del carico acquistano grande importanza alcuni sforzi di natura secondaria dovuti al calettamento dei cuscinetti ed alla presenza di raccordi, chiavette, scanalature, fori, ecc. In una zona superficiale ed in genere molto poco estesa in prossimità dei cuscinetti o di altri punti ove la forma dell'asse subisce qualche variazione si hanno delle concentrazioni di sforzi, che possono portare la tensione unitaria a valori molto superiori a quelli calcolati in base alla nota formula $\sigma = \frac{M}{W}$. Sotto un carico unidirezionale questo fenomeno non produce una diminuzione apprezzabile nella resistenza di un pezzo in quanto, appena viene superato in un punto il limite di elasticità, interviene subito una lieve deformazione plastica, che impedisce un ulteriore aumento della tensione. Quando invece il materiale è soggetto a sollecitazioni alterne, è proprio in quei punti ove si producono le deformazioni plastiche, che avvengono i distacchi e gli scorrimenti fra i singoli cristalli, dai quali hanno poi origine le prime microscopiche fessurazioni.

Nel calcolare gli assi dei normali veicoli, vien tenuto conto delle azioni dinamiche, della fatica del materiale e degli sforzi secondari assegnando alla tensione unitaria massima un valore molto basso ($10 \div 15$ volte minore del carico di rottura) e considerando poi le sole sollecitazioni dovute al carico statico. Mentre per gli ordinari veicoli un sistema di questo genere, anche perchè appoggiato sui risultati di una lunghissima esperienza, non aveva dato luogo ad inconvenienti, quando ebbero inizio i primi servizi con automotrici, su quasi tutte le reti ferroviarie del mondo si ebbero a lamentare casi di rottura di sale insolitamente frequenti. Non sono pochi i casi di rotture avvenute in assi costruiti con acciai di resistenza 95-100 (controllata anche su provette ricavate dai pezzi rotti) e sollecitati dal carico statico a non più di 5-6 Kg/mmq.

Di fronte alla constatazione che un coefficiente di sicurezza di quasi 20 non è abbastanza elevato per proteggere dalle insidie delle azioni dinamiche e degli sforzi secondari, si deve trarre l'ammaestramento che la valutazione delle sole sollecitazioni statiche è assolutamente insufficiente per eseguire la verifica di una sala di automotrici; occorre calcolare, sia pure con approssimazione, l'entità dei carichi dinamici che agiscono sull'asse durante la corsa e valutare, per quanto possibile sulla scorta di risultati sperimentali, l'importanza degli sforzi secondari.

Il coefficiente di sicurezza, inteso come il rapporto fra il carico di rottura a trazione e la tensione unitaria provocata dal carico statico nel punto più sollecitato, non ha nessun legame con la realtà delle cose; sarebbe invece assai più opportuno parlare di un coefficiente di sicurezza dinamico che potrebbe essere definito come il rapporto fra il limite di resistenza a fatica del materiale e la tensione unitaria massima, provocata dall'azione contemporanea del carico statico e delle sollecitazioni di natura di-

namica e maggiorata adeguatamente per tener conto della disuniforme distribuzione di tensione in prossimità dei cuscinetti e dei raccordi. Questo coefficiente è veramente l'indice del grado di sicurezza con il quale l'asse lavora ed il progettista prima di fissarne il valore deve domandarsi quale importanza potranno avere nel determinare sollecitazioni maggiori di quelle calcolate, altri fattori di carattere accidentale ed incerto, dei quali non è stato possibile tener conto nei calcoli.

Il coefficiente di sicurezza deve proteggere dall'eventualità che in qualche punto la resistenza del materiale, per mancanza di omogeneità o per trattamento termico irregolare risulti inferiore a quella stabilita o che un raccordo mal lavorato od un calettamento difettoso di cuscinetti o di ingranaggi provochino tensioni maggiori di quelle previste per i casi normali; così deve proteggere dal verificarsi di carichi statici o dinamici eccezionali. Ciò si può produrre sia per eccesso di viaggiatori (nessuno ignora che qualche automotrice ha trasportato il doppio di viaggiatori per i quali era stata costruita), come per la rottura di una molla di sospensione che, permettendo in qualche istante un contatto diretto tra la boccola e la superficie superiore del parasale, elimina l'influenza della sospensione.

Se il controllo sulla produzione ed i provvedimenti presi per evitare in esercizio sovraccarichi eccezionali o velocità eccessive danno garanzia sufficiente, il coefficiente dinamico di sicurezza può essere tenuto abbastanza basso (2, 2,5). Se su questa garanzia non si può contare, si dovrà invece assegnare al coefficiente stesso un valore adeguatamente più elevato.

Esaminiamo ora nei loro varii aspetti le azioni dinamiche che sollecitano le sale delle automotrici cercando di mettere in evidenza le cause del loro diverso comportamento rispetto alle sale dei veicoli ordinari.

Una causa di maggiorazione del carico statico è dovuta alle oscillazioni che il veipuò compiere rispetto agli assi, grazie all'interposizione di una sospensione elastica. La forza che attraverso a questa sospensione si trasmettono veicoli ed assi, può essere espressa da una formula dal tipo: $F = P\ (1 + c \text{ sen } \omega t)$; il valore della costante c si può determinare sperimentalmente in base ai rilievi fatti con apparecchi di uso abbastanza corrente capaci di registrare le accelerazioni verticali ed orizzontali che agiscono sulla cassa, o si può anche, in sede di progetto, dedurre facilmente delle caratteristiche della sospensione. Tale maggior carico è comune agli assi ed a gran parte delle strutture resistenti del veicolo. La sua valutazione rientra perciò nelle considerazioni generali che guidano nel dimensionare gli elementi resistenti di una vettura ferroriaria.

Una seconda causa di entità assai maggiore e di natura ben più difficile da indagare, è dovuta agli urti che la ruota subisce per le irregolarità del binario sul quale corre. Nel valutare tali irregolarità sta naturalmente la maggior incertezza del problema. Trascurerò, data la loro natura accidentale, le irregolarità dovute a difetti veri e proprii della rotaia e limitando l'esame all'azione che esercitano i giunti fra rotaia e rotaia.

Il problema della resistenza degli assi è molto più grave per le automotrici che non per gli ordinari veicoli; le sollecitazioni dinamiche sono infatti, per gli assi delle automotrici, assai più importanti, dato che queste ultime possono mantenere, sugli stessi tratti di linea, velocità molto superiori a quelle ammesse per i treni trainati da

2

locomotive. Le limitazioni di velocità imposte ai treni dipendono oltre che dalle condizioni di tracciato, anche dal tipo dell'armamento e dalle sue condizioni di manutenzione. Le automotrici, più leggere, sollecitano meno il binario e ad esse possono pertanto essere consentite velocità molto maggiori, ma appunto per questo l'azione d'urto fra ruota e rotaia provoca sugli assi sollecitazioni rilevanti. Vedremo negli esempi numerici che seguiranno, che, su di un binario con armamento pesante ed in ottime condizioni di manutenzione, le sollecitazioni, che gli assi subiscono al loro passaggio in corrispondenza dei giunti, sono assai ridotte e tali da non destare alcuna preoccupazione per la resistenza. Non così stanno le cose quando le più alte velocità si realizzano su binari in condizioni meno perfette. Alcune tranvie, avendo sostituito le automotrici ai treni normali, hanno più che raddoppiato la velocità di corsa. Il binario non risente maggiori sollecitazioni di prima, ma l'entità delle azioni dinamiche sugli assi, rispetto agli assi dei lenti veicoli, è almeno triplicata. Ciò trova conferma nel fatto che il maggior numero di rotture per unità di percorso si è proprio verificato su linee private di secondaria importanza ed ancor più sulle ferrovie coloniali.

Premesso questo, passiamo ad esaminare come si svolge il fenomeno dell'urto fra ruota e rotaia al passaggio su un giunto.

Quando la ruota si avvicina al giunto, la rotaia per effetto del carico, si inflette verso il basso facendo sì che l'asse del binario si presenti in corrispondenza del giunto a forma di cuspide con il vertice diretto verso il basso. Quando la ruota supera il giunto e passa da un tronco di rotaia a quello successivo, la pendenza della traiettoria varia con discontinuità e l'asse si trova cosstretto ad una istantanea variazione della componente verticale della sua velocità. La variazione istantanea rappresenta fisicamente un'impossibilità, poichè soltanto un'accelerazione infinitamente grande sarebbe in grado di provocarla. La velocità varia con rapidità grandissima, ma finita; il secondo tronco di rotaia sotto l'effetto dell'urto si deforma leggermente di più di quanto farebbe per il solo effetto del peso, in modo che la traiettoria dell'asse, anzichè presentare una cuspide, risulta raccordata da una curva in raggio assai piccolo. Si deve quindi determinare la variazione di velocità verticale che la ruota subisce al passaggio sul giunto e stabilire poi la forma della curva che raccorda le due parti della traiettoria diversamente inclinate. Dedotto così il diagramma accelerazione-tempo negli istanti immediatamente seguenti al passaggio sul giunto, occorre esaminare quali momenti flettenti può provocare l'azione di questa accelerazione limitata ad un tempo assai breve. Facilmente si comprende, e meglio sarà chiarito in seguito, che il valore massimo del momento flettente è legato al rapporto fra la durata dell'urto ed il periodo proprio di vibrazione dell'asse. Questo rapporto naturalmente è diverso per le varie frequenze di vibrazione dell'asse e perciò oltre alla frequenza principale, converrà considerare anche la seconda e la terza frequenza.

Lo studio teorico si dividerà perciò in tre parti: 1) determinazione della linea elastica del binario e della traiettoria compiuta dalla ruota in vicinanza del giunto; 2) determinazione del diagramma dell'accelerazione dovuta all'urto; 3) ricerca delle frequenze di vibrazione dell'asse e determinazione dei momenti flettenti che nascono in conseguenza dell'accelerazione applicata all'asse stesso.

Un altro fenomeno che provoca negli assi importanti sollecitazioni dinamiche è l'urto del bordino contro la rotaia prodotto dal moto di serpeggiamento o dall'inscri-

zione in curva dei veicolo; la reazione istantanea che, come è stato sperimentalmente provato, raggiunge spesso valori molto elevati, agisce sull'asse con un braccio di leva eguale al raggio della ruota e può determinare momenti flettenti di notevole entità.

Anche in questo appare una causa di maggiore sollecitazione per le automotrici che ovviamente sono soggette ad un moto di serpeggiamento più accentuato che non i veicoli facenti parte di un treno. Il primo asse nel senso del moto risente maggiormente l'azione degli urti laterali, e questa è probabilmente una delle cause per le quali sulle automotrici si sono avuti più casi di rotture sugli assi esterni (portanti) che non su quelli interni motori. Si noti a questo proposito che se le boccole sono esterne alle ruote, come si verifica sui più recenti tipi di automotrici, tutto il fusello è completamente sottratto alle azioni dei momenti flettenti dovuti agli urti laterali.

Di fronte ai numerosi casi di rottura è stato da molti auspicato un ritorno agli acciai al carbonio più sicuri degli acciai al nichel ai quali si rimproverava la facile formazione di fiocchi con conseguente imprevedibile diminuzione della resistenza. Sta però il fatto che in nessuno dei molti esami metallografici eseguiti sugli assai rotti sono stati riscontrati fiocchi di nichel. Deve invece esser tenuto ben presente, e non solo per gli acciai al nichel, ma per tutti gli accai ad alta resistenza, che il rapporto fra il limite di resistenza a fatica ed il carico di rottura diminuisce al crescere di quest'ultimi e perciò a parità di coefficiente di sicurezza « statico » il coefficiente « dinamico » è minore dove maggiore è la resistenza del materiale.

Dopo aver calcolato il carico totale dovuto alle azioni statiche ed azioni dinamiche, si deve tener conto degli sforzi secondari prodotti dalle variazioni di sezione nel profilo dell'asse, o dalla presenza di cuscinetti a rulli o di ingranaggi, direttamente calettati sull'asse stesso. Per questo è conveniente, almeno nei casi in cui si tratta di giudicare un tipo di asse destinato ad essere prodotto in numerosi esemplari, compiere un esame della distribuzione della tensione col noto metodo della luce polarizzata. La costruzione di un modello in vetro dell'asse e l'esperienza, ripartiti su un gran numero di assi da costruire, rappresentano una ben lieve spesa largamente compensata dalla possibilità di calcolare con esattezza le sollecitazioni e di mantenere perciò entro i più stretti limiti compatibili con la sicurezza, le dimensioni e il peso dell'asse. Se non è possibile costruire un modello in vetro si può esaminare lo stato di tensione superficiale con tensiometri molto sensibili; moderni apparecchi consentono di misurare con l'approssimazione di 0,3 Kg/mmq. la tensione che esiste fra due punti distanti un solo millimetro. Da qualche tempo vengono eseguiti presso laboratori specializzati ricerche sulle tensioni superficiali dei pezzi metallici, illuminandoli con un fascio di raggi Roentgen e deducendo, dalla forma delle bande di interferenza che si ottengono su una lastra fotografica impressionata per riflessione, lo stato della struttura cristallina. Allo stato attuale delle cose pare però che l'applicazione di questo sistema di ricerche urti ancora contro difficoltà sperimentali molto serie e richieda attrezzature e spese inadeguate ai risultati che si possono ottenere.

Un metodo molto semplice per rendersi conto dell'influenza dei cuscinetti e delle variazioni di sezione è quello di assoggettare ad una prova di rottura a fatica un modello in scala ridotta dell'asse, costruito con lo stesso acciaio, e caricato nelle stesse condizioni che si verificano in realtà. In mancanza di prove dirette si deve ritenere che in corrispondenza dei cuscinetti e dei raccordi si creino tensioni unitarie almeno del

50 % superiori a quelle calcolate nell'ipotesi che l'asse non presenti alcuna irregolarità.

È stata accertata la grandissima importanza della finitura superficiale degli assi agli effetti di migliorarne la resistenza. Ottimi risultati si sono infatti avuti rettificando e lucidando l'asse lungo tutta la sua superficie; anche la nitrurazione o l'indurimento superficiale ottenuti con mezzi meccanici aumentano notevolmente la resistenza a fatica.

STUDIO DELLA DEFORMAZIONE DEL BINARIO AL PASSAGGIO DELL'ASSE SUL GIUNTO.

La rotaia costituisce un sistema elastico il cui studio statico risulta complicato dal grandissimo numero di reazioni iperstatiche. Lo studio impostato sulla base della teoria della trave continua, è assai laborioso dovendosi tener conto di alcune decine di appoggi tutti elasticamente cedevoli. D'altra parte avendo gli appoggi una rilevante superficie e risultando a distanze molto piccole l'uno dall'altro, si può con ottima approssimazione considerare la rotaia come una trave appoggiata su tutta la sua lunghezza su di un mezzo elastico la cui reazione è proporzionale all'abbassamento. Ricerchiamo perciò innanzi tutto, l'equazione generale di una trave appoggiata in questo modo e soggetta ad un carico concentrato in un punto di essa (fig. 1).

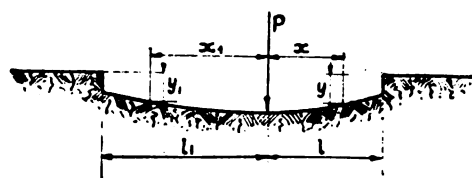



FIG. 1.

Sia: K la reazione in Kg dell'appoggio per ogni cm. di lunghezza della trave e per cm. di abbassamento; x e x_1 l'ascissa della trave contata a partire dal punto di applicazione del carico rispettivamente a destra e a sinistra di esso, y ed y_1 l'ordinata, P il carico, $l + l_1$ la lunghezza totale, E il modulo di elasticità, J il momento d'inerzia. Il carico distribuito sulla trave sarà uguale a $K\,y$ e l'equazione della linea elastica sarà perciò data dalla:

$$E J \frac{d^4 y}{d x^4} = - K y \qquad [1]$$

posto:

$$\alpha = \sqrt[4]{\frac{K}{4 E J}}$$

la soluzione generale di questa equazione è:

$$y = A_1 \operatorname{sen} \alpha x \, e^{-\alpha x} + B \cos \alpha x \, e^{-\alpha x} + C \operatorname{sen} \alpha x \, e^{\alpha x} + D \cos \alpha x \, e^{\alpha x} \qquad [2]$$

e per il secondo tronco di trave:

$$y_1 = A_1 \operatorname{sen} \alpha x_1 \, e^{-\alpha x_1} + B_1 \cos \alpha x_1 \, e^{-\alpha x_1} + C_1 \operatorname{sen} \alpha x_1 \, e^{\alpha x_1} + D_1 \cos \alpha x_1 \, e^{\alpha x_1} \qquad [2']$$

Le otto costanti A, B, C, D, A_1, B_1, C_1, D_1 si determinano imponendo che per $x = x_1 = o$ siano uguali per i due tronchidi trave: l'abbassamento, l'inclinazione, il momento flettente e che lo sforzo di taglio subisca in quel punto una variazione uguale

a P. Ai due estremi della trave devono essere uguali a zero sforzo di taglio e momento flettente. Se ne ricavano così le otto equazioni seguenti:

per $x = x_1 = o : y = y_1$ si deduce:

1) $$B + D = B_1 + D_1$$

per $x = x_1 = o : y' = - y'_1$; si deduce:

2) $$A - B + C + D = - A_1 + B_1 - C_1 - D_1$$

per $x = x_1 = o : y'' = y''_1$; si deduce:

3) $$- A + C = - A_1 + C_1$$

per $x = x_1 = o : EJ(y''' + y'''_1) = P$ e poichè $2\alpha^3 EJ = \frac{K}{2\alpha}$; si deduce:

4) $$\frac{K}{2\alpha}(A + B + C - D + A_1 + B_1 + C_1 - D_1) = P$$

per $x = l : y'' = o$; si deduce:

5) $$- A \cos\alpha l\, e^{-\alpha l} + B \operatorname{sen}\alpha l\, e^{-\alpha l} + C \cos\alpha l\, e^{\alpha l} - D \operatorname{sen}\alpha l\, e^{\alpha l} = o$$

per $x_1 = l_1 : y''_1 = o$; si deduce:

6) $$- A_1 \cos\alpha l_1\, e^{-\alpha l_1} + B_1 \operatorname{sen}\alpha l_1\, e^{-\alpha l_1} + C_1 \cos\alpha l_1\, e^{\alpha l_1} - D_1 \operatorname{sen}\alpha l_1\, e^{\alpha l_1} = o$$

per $x = l : y''' = o$; si deduce:

7) $$A(\operatorname{sen}\alpha l + \cos\alpha l)\, e^{-\alpha l} + B(\cos\alpha l - \operatorname{sen}\alpha l)\, e^{-\alpha l} - C(\operatorname{sen}\alpha l - \cos\alpha l)\, e^{\alpha l} - D(\operatorname{sen}\alpha l + \cos\alpha l)\, e^{\alpha l} = o$$

per $x_1 = l_1 : y'''_1 = o$; si deduce:

8) $$A_1(\operatorname{sen}\alpha l_1 + \cos\alpha l_1)\, e^{-\alpha l_1} + B_1(\cos\alpha l_1 - \operatorname{sen}\alpha l_1)\, e^{-\alpha l_1} - C_1(\operatorname{sen}\alpha l_1 - \cos\alpha l_1)\, e^{\alpha l_1} - D_1(\operatorname{sen}\alpha l_1 + \cos\alpha l)\, e^{\alpha l_1} = o$$

Combinando per somma e sottrazione la quarta e la seconda equazione, si ottengono due nuove equazioni che, combinate ancora per somma e sottrazione con la prima e la terza, ci danno i risultati seguenti:

$$A_1 = \frac{P\alpha}{2K} - C \quad ; \quad B_1 = \frac{P\alpha}{2K} + D \quad ; \quad C_1 = \frac{P\alpha}{2K} - A \quad ; \quad D_1 = B - \frac{P\alpha}{2K}$$

sostituendo nella sesta e nell'ottava, le equazioni da risolvere vengono ridotte a quattro. Applichiamo senz'altro questi risultati per determinare la deformazione di una traversa, supposta delle dimensioni normali: $260 \times 26 \times 14$, appoggiata su di una massicciata che reagisce con la pressione di 5 Kg/cm² per ogni centimetro di abbassamento e caricata attraverso le rotaie da due forze uguali a 10.000 Kg. (fig. 2) concentrate in due punti distanti cm. 58 dalle estremità. Avremo:

$K = 130$ Kg/cm²; $E = 10^5$ Kg/cm²; $J = 5890$ cm⁴; $\alpha = 0{,}0153$;
$\alpha l = 0{,}888$; $\alpha l_1 = 3{,}09$; $\operatorname{sen}\alpha l = 0{,}7753$; $\cos\alpha l = 0{,}6316$;
$e^{-\alpha l} = 0{,}4114$; $e^{\alpha l} = 2{,}4302$; $\operatorname{sen}\alpha l_1 = 0{,}0523$; $\cos\alpha l_1 = 0{,}9986$;
$e^{-\alpha l_1} = 0{,}0455$; $e^{\alpha l_1} = 19{,}96$.

sostituendo questi valori nelle equazioni precedenti e risolvendo il sistema, si ottiene:

$$A = 0{,}587\,;\quad B = 0{,}592\,;\quad C = 0{,}075\,;\quad D = 0{,}082\,;$$
$$A_1 = 0{,}513\,;\quad B_1 = 0{,}67\,;\quad C_1 = 0{,}001\,;\quad D_1 = 0{,}004\,;$$

in fig. 2 è rappresentata la curva corrispondente a questi valori delle costanti ed è tracciata la linea elastica della traversa ottenuta sommando fra loro due curve simmetriche. Risulta che l'abbassamento medio della traversa è circa del 10 % inferiore all'ab-

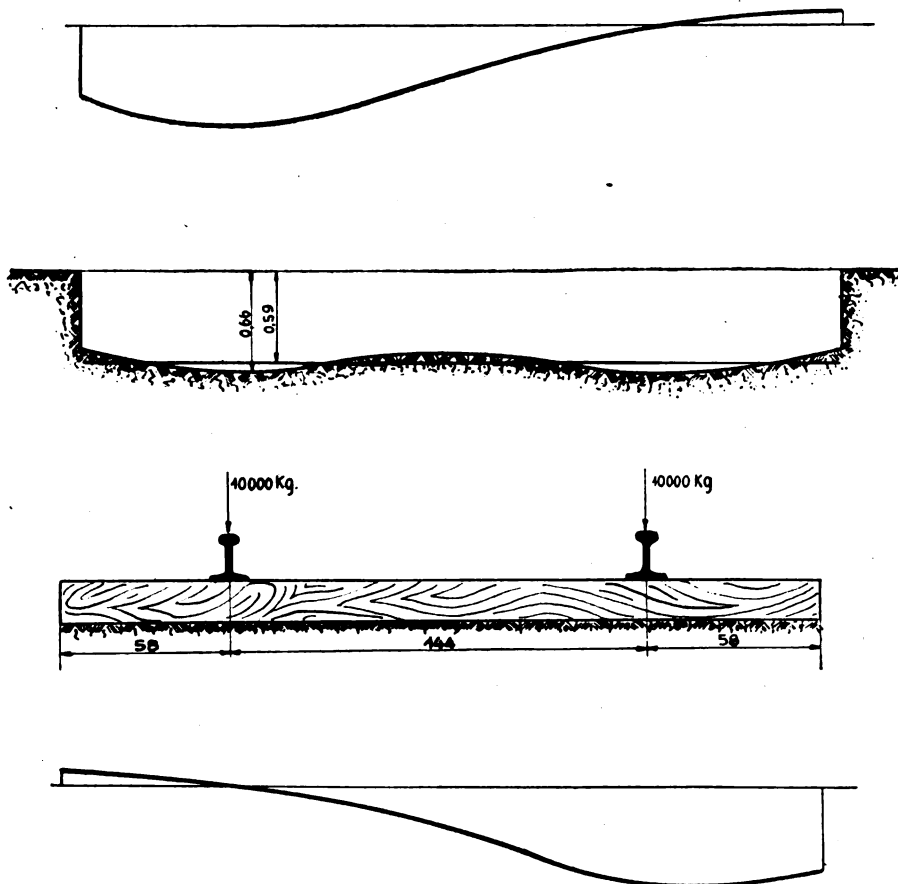



FIG. 2. — Deformazione di una trasversa in legno sotto l'azione di due carichi di 10.000 kg.

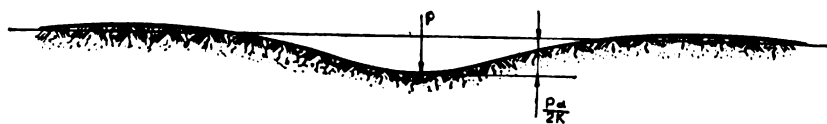



FIG. 3.

bassamento massimo che si verifica nella sezione sulla quale viene applicato il carico. Di questo risultato verrà tenuto conto nel calcolare il valore di K relativo all'ipotesi della rotaia appoggiata in modo continuo.

Se la trave ha una lunghezza infinita in entrambe le direzioni (fig. 3) sarà:

$$C = o\,;\, D = o\,;\, C_1 = o\,;\, D_1 = o,$$

sarà perciò $B = B_1$; $A = A_1$ e poichè per simmetria dev'essere $y_1 = y'_1$, sarà anche $A = B$ il valore di A si ricava dalla condizione 4):

$$\frac{K}{2\alpha}(A + B + A_1 + B_1) = 2\frac{K}{\alpha}A = P; \text{ perciò } A = \frac{P\alpha}{2K}.$$

L'equazione risulta pertanto:

$$y = \frac{P\alpha}{2K}(\text{sen}\,\alpha x + \cos\alpha x)\,e^{-\alpha x}; \qquad [3]$$

in corrispondenza del carico l'abbassamento è $\frac{P\alpha}{2K}$.

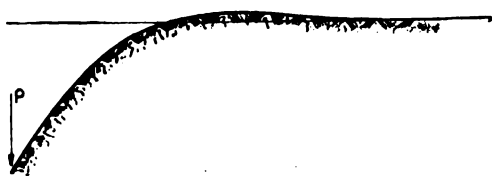



Fig. 4.

Esaminiamo ora una trave di lunghezza infinita da una delle due parti (fig. 4) e caricata alla sua estremità. Risulta subito $C = o$; $D = o$. Poichè $y = o$ sarà $A = o$, per la condizione 4) $\frac{K}{2\alpha}B = P$; perciò:

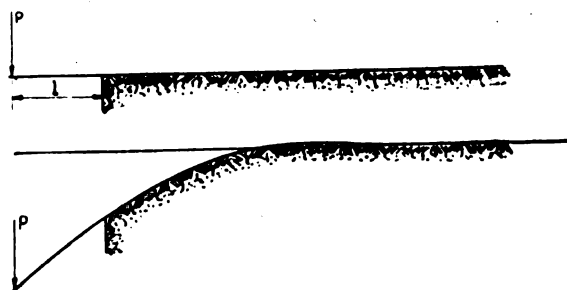
$$B = \frac{2\alpha}{K}P \quad \text{ed}$$

$$y = \frac{2\alpha}{K}P\cos\alpha x\,e^{-\alpha x} \qquad [4]$$

l'abbassamento in corrispondenza del carico è uguale a $\frac{2\alpha}{K}P$, e cioè quattro volte maggiore che nel caso precedente.

Consideriamo da ultimo una trave di lunghezza infinita da una parte, appoggiata in modo continuo e caricata da un carico P agente alla distanza l al di là della zona appoggiata (fig. 5).

Fig. 5.

Sarà di nuovo $C = o$; $D = o$; per $x = o$, sarà:

$$y'' = 2\alpha^2 A = -\frac{Pl}{EJ}$$

e perciò:

$$A = \frac{Pl}{2\alpha^2 EJ} = \frac{Pl}{\sqrt{KEJ}}$$

avremo poi per:

$$x = o \ : \ y''' = \frac{P}{EJ}$$

e perciò:

$$\frac{K}{2\alpha}(A + B) = P,$$

donde:

$$B = \left(\frac{2\alpha}{K} + \frac{l}{\sqrt{KEJ}}\right) P$$

l'equazione sarà dunque:

$$y = -\frac{Pl}{\sqrt{KEJ}} \operatorname{sen} \alpha x \, e^{-\alpha x} + \left(\frac{2\alpha}{K} + \frac{l}{\sqrt{KEJ}}\right) P \cos \alpha x \, e^{-\alpha x} \qquad [5]$$

FIG. 6.

Facendo tendere l ad ∞ e P ad $\frac{M}{l}$, si deduce che sotto l'azione di un momento M (fig. 6) la trave si deforma secondo l'equazione:

$$y = \frac{M}{\sqrt{KEJ}} (\cos \alpha x - \operatorname{sen} \alpha x) \, e^{-\alpha x} \qquad [6]$$

Le formule [4] e [5] si adattano allo studio della linea elastica di una rotaia caricata in corrispondenza del giunto. Il giunto può essere considerato equivalente ad una cerniera capace di trasmettere soli sforzi di taglio, ma non momenti flettenti.

Prendiamo in esame due diversi tipi di armamento: *a*) armamento pesante, rotaie del peso di 50,6 Kg/m della lunghezza di m. 36, posate su 60 traverse, giunti appoggiati, costante della massicciata uguale a 8 Kg/cmq per centimetro di abbassamento; *b*) armamento leggero, rotaie del peso di 36 Kg/m, lunghezza metri 18, posa su 24 traverse, giunti sospesi, costante della massicciata 5 Kg/cmq per centimetro di abbassamento. Supponiamo che sul giunto si trovi l'asse anteriore di un'automotrice Aln 40, il cui peso a carico è di 8 tonnellate circa.

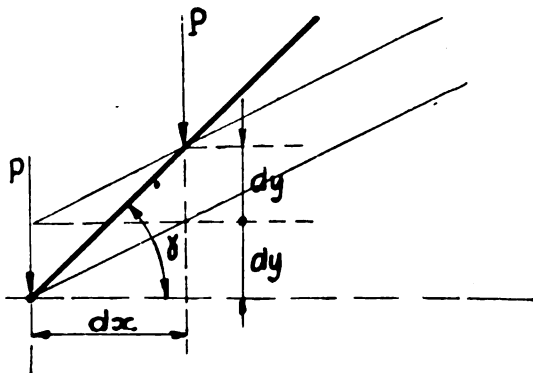
FIG. 7.

Il primo caso (fig. 7) può venir studiato sostituendo ai simboli della formula [4] i seguenti valori numerici:

E: modulo di elasticità $= 2{,}10^6$ Kg/cmq;

J: momento di inerzia $= 1895$ cm.^{4};

P: peso per ogni tronco di rotaia $=$ 2 tonn. (peso per asse $=$ 8 tonn.);

K: costante dell'appoggio della rotaia $= 405$ Kg/cm. per cm. di abbassamento (infatti 3600×2 cm. di rotaia sono appoggiati su 60 traverse e cioè su una superficie di $60 \times 260 \times 26$ cm². ed occorrono $8 \times 60 \times 260 \times 26 \times 0{,}9$ Kg. per provocare l'abbassamento di un cm. — il coefficiente 0,9 tiene conto della deformazione della traversa —. La costante è perciò $\frac{8.60 \,.\, 260.26.09}{3600.2} = 405$).

Eseguite le operazioni si ottiene l'equazione della linea elastica del binario:

$$\alpha = 0{,}0128 \quad ; \quad y = 0{,}126 \cos \alpha \, e^{-\alpha x}$$

La pendenza della rotaia in corrispondenza del giunto è uguale alla derivata di y nel punto zero $= 0{,}12 \times 0{,}128 = 0{,}00162$.

Il carico che percorre la rotaia giunge però al giunto con una traiettoria di inclinazione doppia di quella ora trovata; basta osservare infatti (fig. 8) che quando il carico si trova ad una distanza $d\,x$ dal giunto stesso è, per legge di reciprocità,

$$y_0 - y'_0\,dx$$

e perciò l'abbassamento al punto $d\,x$ sarà $y_0 - 2\,y'_0\,d\,x$. L'inclinazione della traiettoria dal punto $d\,x$ al punto zero è perciò $2\,y'_0$. La variazione totale di inclinazione della traiettoria passando da un tronco di rotaia a quello successivo, viene ad essere $3\,y'_0$. Se l'automotrice si sposta con la velocità di 35 m/sec., la variazione della componente verticale della velocità sarà di 0,00162.3.3500 = 17 cm/sec. Per quanto detto in precedenza, tale variazione non può avvenire istantaneamente, ma si produce in un tempo brevissimo la cui durata verrà in seguito calcolata.

FIG. 8.

Passando ora al caso dell'armamento leggero (fig. 9), perchè l'esempio sia più corrispondente alle possibili condizioni dei giunti sulle linee di secondaria importanza ove più lunghi sono gli intervalli fra i successivi risanamenti del binario, supporremo che sotto carico la traversa vicina al giunto si abbassi di 8 mm. senza dar luogo a reazione e che i due tronchi contigui di rotaia subiscano l'uno rispetto all'altro in conseguenza dei giochi nel sistema di accoppiamento, uno spostamento verticale di mm. 1,5. Dovrà essere impiegata la formula [5] che prevede l'applicazione del carico sul tratto di trave al di là della zona appoggiata in modo continuo. Come zona di appoggio continuo va considerata tutta quella al di là della seconda traversa; la reazione della prima traversa viene invece calcolata come un'incognita iperstatica. Dopo aver scritto le equazioni delle linee elastiche dei due tronchi di rotaia caricato l'uno (quello di destra) dal carico P di 4000 Km. e alla reazione Z incognita) e l'altro dalla sola reazione Z, si determina il valore di quest'ultima ponendo la condizione che, in corrispondenza del giunto l'abbassamento del tronco di destra superi di 0,15 cm. l'abbassamento del tronco di sinistra. I valori da sostituire ai simboli della formula [5] sono:

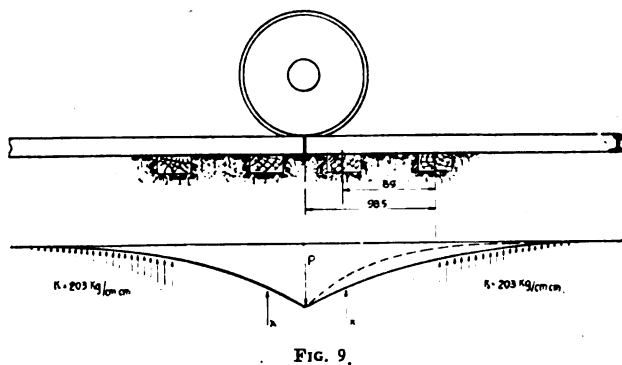



FIG. 9.

$$K = \frac{24.260.26.5.09}{1800.2} = 203 \text{ Kg/cm}^2.$$

$E = 2.10^6$ Kg/cm².; $J = 1018$ cm⁴.; $\alpha = 0{,}0126$; $l = 98{,}5$ per i calcoli che si riferiscono alla reazione Z; $l = 95$ per i calcoli che si riferiscono al carico P; $l = 69$ per le rea-

zioni X delle traverse vicine al giunto. Sviluppati tutti i calcoli si otterrà: $Z = 1270$ Kg.

Abbassamento della rotaia destra al giunto	1,220	cm.
Abbassamento della rotaia sinistra al giunto . . .	1,070	»
Pendenza della rotaia destra al giunto	0,01051	»
Pendenza della rotaia sinistra al giunto	0,00876	»

Gli altri risultati del calcolo sono riassunti nella stessa fig. 10 che rappresenta la conformazione del binario nell'istante in cui la ruota urta il secondo tronco di rotaia. In questo istante la ruota si trova ancora ad una distanza di 3,5 cm. dal giunto (sup-

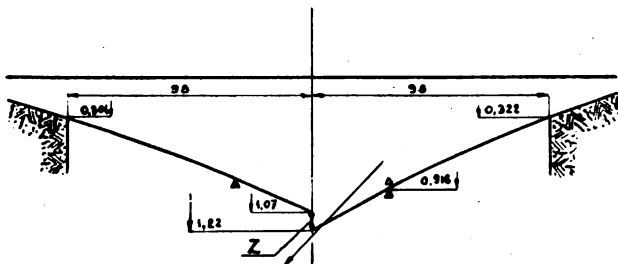
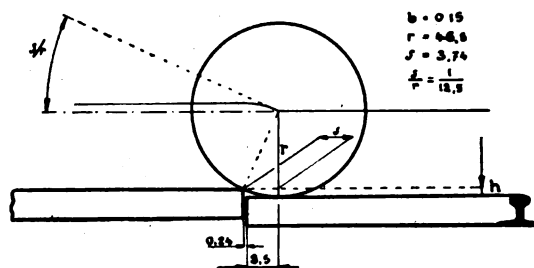



FIG. 10. FIG. 11.

posta un'apertura del giunto di 0,25 cm.); se non agissero forze di inerzia il centro di istantanea rotazione si sposterebbe bruscamente imponendo alla traiettoria una improvvisa variazione di direzione con una deviazione misurata dall'angolo $\frac{s}{r}$ (fig. 11).

La variazione istantanea della velocità (il che è quanto dire la velocità di urto) è uguale nel nostro caso ad $\frac{1}{12,5}$ della velocità orizzontale. Se questa è di 35 m/sec., la velocità di urto si porta a 2,80 m/sec. L'inclinazione reciproca dei due tratti di rotaia non ha influenza sulla velocità di urto che dipende esclusivamente dalla posizione dei due successivi centri di rotazione; ha influenza invece l'inclinazione della traiettoria rispetto al primo tratto di rotaia. Questa inclinazione, che come si ricorda (fig. 8), è uguale all'inclinazione della rotaia rispetto all'orizzontale dà origine ad una componente verticale della velocità che si somma alla velocità di urto. Nell'esempio che si sta trattando questa seconda velocità è di 36,8 cm/sec. La velocità di urto risultante è pertanto di 280 + 36,8 = 316,8 cm/sec.

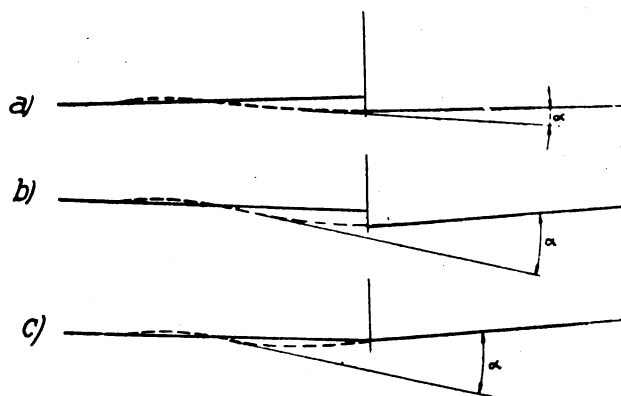



FIG. 12

Nell' ipotesi che in corrispondenza del giunto non vi fosse alcuna differenza di livello fra le due rotaie, avremmo trovato la velocità d'urto di 104 cm/sec. e cioè meno della terza parte della velocità

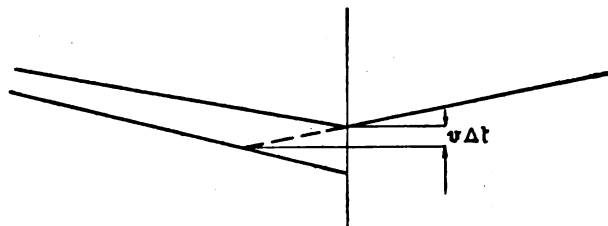
di urto ora calcolata. Ciò potrebbe indurre a credere che nel determinare le sollecitazioni dinamiche sull'asse abbiano molto maggior influenza i dislivelli al giunto piuttosto che la reciproca inclinazione dei due contigui tronchi di rotaia. In realtà è vero il contrario; come sarà meglio chiarito in seguito, le collecitazioni dinamiche dipendono non tanto dalla velicità d'urto, quanto dalla variazione totale di inclinazione della reale traiettoria dell'asse. La traiettoria reale risulta molto diversa dalla traiettoria cinematica e come appare evidente nella figura 12-*b* la variazione totale di direzione (angolo α) è maggiormente legata alla pendenza reciproca dei due tratti di rotaia uniti dal giunto (caso *c*) che non alla differenza di livello (caso *a*).

Determinazione delle accelerazioni d'urto fra ruota e rotaia.

Nel capitolo precedente si è esaminata la deformazione del binario quando un'asse si trova sul giunto. Se lo spostamento del veicolo avvenisse con velocità così bassa da rendere trascurabili le forze di inerzia e se il binario mantenesse lo stato di deformazione assunto quando l'asse si trovava sul giunto, sarebbe facilissimo dedurre cinematicamente la traiettoria della ruota. In realtà, come già si è accennato, nel momento in cui la traiettoria dovrebbe variare bruscamente di direzione si manifestano forze di inerzia che modificano la deformazione del binario in modo che le traiettorie corrispondenti ai due tratti di rotaia risultano raccordate, anzichè presentare un angolo vivo. La curvatura del raccordo è in tutti i casi piuttosto forte e, se la velocità del veicolo è elevata, sull'asse agisce per qualche istante una accelerazione centrifuga molte volte maggiore dell'accelerazione di gravità. La sollecitazione vera e propria dell'asse non dipende però soltanto dal valore massimo della forza centrifuga, ma anche dalla sua durata; se l'accelerazione è di valore elevato, ma di brevissima durata, l'asse non ha, per così dire, il tempo di deformarsi e non risente perciò che una lieve sollecitazione.

Per poter esaminare a fondo il problema non basta pertanto determinare il valore massimo dell'accelerazione, ma occorre anche tracciarne il diagramma in funzione del tempo (1).

FIG. 13.

Consideriamo un'intervallo di tempo brevissimo, ma finito Δt. Si può in prima approssimazione ritenere che durante questo intervallo la direzione della traiettoria non muti e che pertanto l'asse si abbassi ulteriormente di un tratto $v \Delta t$, se v è in quell'istante la componente verticale della velocità (fig. 13). Quest'abbassamento deve essere seguito dal binario che oppone però una reazione elastica $F = F\,(v \Delta t)$. La F divisa per la massa dell'asse ci dà l'accelerazione in quell'istante $a = \frac{F}{M}$ e la conseguente variazione di velocità $\Delta V = F/M \, \Delta t$. La direzione della traiettoria subisce però nell'intervallo Δt una piccola variazione della quale viene tenuto conto soltanto nell'inter-

(1) Inutile rammentare che, data l'ipotesi — implicita nell'applicare le formule delle travi inflesse — che gli spostamenti verticali siano infinitesimi rispetto alle distanze orizzontali, l'accelerazione centrifuga è uguale all'accelerazione verticale $\frac{d^2y}{dx^2}$.

vallo successivo. Il calcolo è tanto più esatto quanto più piccoli vengono scelti gli intervalli. La maggior difficoltà sta nel determinare F : reazione del binario allo spostamento $v \triangle t$. Evidentemente non si possono determinare le reazioni in base a considerazioni statiche, ma bisogna, istante per istante, tener conto della effettiva posizione dei vincoli. Infatti per consentire l'abbassamento $v \triangle t$ nel punto ove trovasi la ruota, tutto il sistema si deve rapidamente deformare, ma, data la sua massa, oppone forze di inerzia tanto più grandi quanto più rapido deve essere lo spostamento. Per il caso del giunto sospeso supporremo in corrispondenza della seconda traversa un'incastro completo; quest'ipotesi semplifica notevolmente il calcolo ed è assai aderente alla realtà, poichè la massa di giuoco e perciò le reazioni di inerzia, sono molto grandi e, d'altra parte anche l'esperienza diretta prova che il binario lontano dal giunto non partecipa che in ritardo al fenomeno di urto. La risultante delle reazioni trasmesse dalla prima traversa si considera ad 1/3 della sua larghezza anzichè al centro di essa: viene perciò tenuto conto della traversa come di un appoggio iperstatico alla distanza di 73,5 cm. dall'incastro (fig. 14).

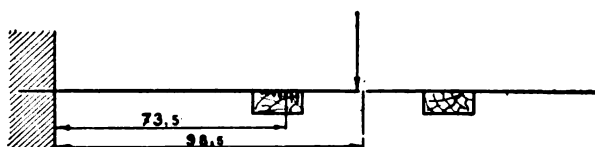



FIG. 14.

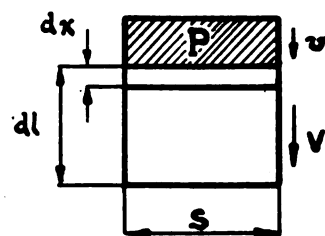



FIG. 15.

Vediamo dunque come reagisce la traversa e la sottostante massicciata all'urto di una massa $M = \dfrac{P}{g}$ che la colpisce con una velocità v (fig. 15). L'urto si propaga con la velocità $V = \sqrt{\dfrac{E g}{p}}$ (E modulo di elasticità, p peso specifico), dopo un tempo infinitesimo $d\,t$ la massa interessata all'urto, e perciò portata alla velocità v, è $QVdt$ (Q massa per unità di lunghezza) e l'accelerazione impressa a questa massa è $\dfrac{v}{dt}$, ne risulta perciò la forza d'inerzia: $QVdt \times \dfrac{v}{d\,t} = QV\,v$. Si deve ancora aggiungere la reazione elastica uguale ad $E\,S$ (S = sezione) moltiplicata per la contrazione unitaria:

$$\frac{d\,x}{d\,l} = \frac{v\,dt}{V\,dt} = \frac{v}{V} \;.$$

Dato che $Q = \dfrac{p\,s}{g}$ si può scrivere che la reazione è:

$$R = \left(\frac{p}{g}\;V + \frac{E}{V}\right) S\,v \qquad [1]$$

Negli istanti successivi al valore di P/g va aggiunta la massa $S\,Q\,V\,t$ che già è stata portata alla velocità v. Nel caso generale la sezione S non è costante ed anzichè $S\,t$ si scriverà $\int_0^t Sdt$. La formula precedente si presta anche a determinare la legge,

in funzione del tempo, dell'abbassamento di una traversa assoggettata improvvisamente ad un carico $P = Pt$. Sotto il carico $P(t)$ la traversa si abbassa con velocità:

$$\frac{P}{\left(\frac{P}{g}\, V + \frac{E}{V}\right) S} \qquad [2]$$

lo spostamento è l'integrale in $d\,t$ della precedente espressione. Nel caso di una traversa appoggiata al terreno la sezione S (fig. 16) cresce rapidamente in funzione del

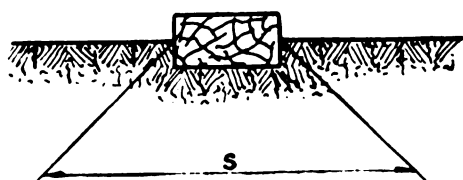



Fig. 16.

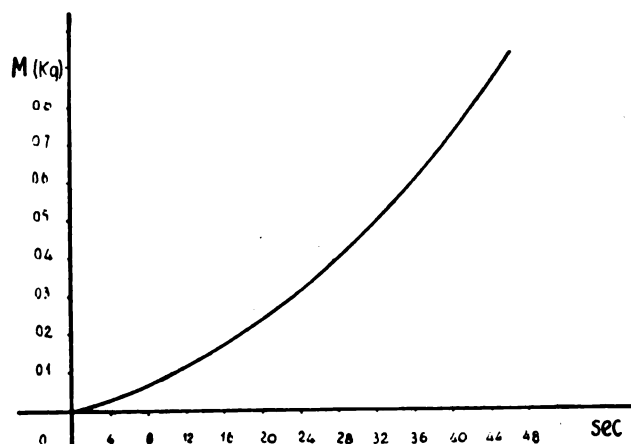



Fig. 17-a.

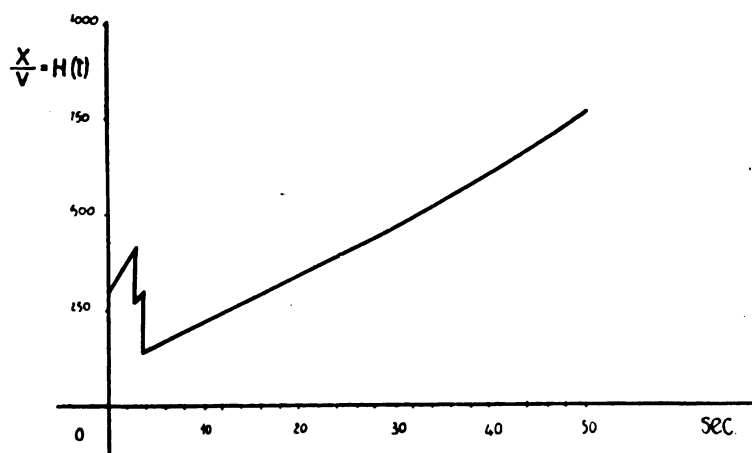



Fig. 17-b.

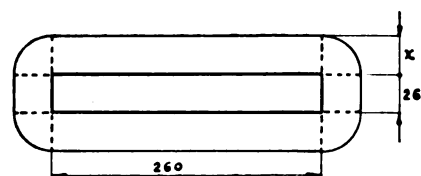



Fig. 18.

tempo, in modo che l'integrale esteso da 0 ad ∞ (carico permanente) ha un valore finito che corrisponde all'effettivo totale cedimento della traversa.

Il valore della funzione $H(t) = \left(\frac{P}{g}\, V + \frac{E}{V}\right) S$ **denominatore della [2] è riportato** in fig. 17-*b*. Le discontinuità che il diagramma presenta nei primissimi istanti sono dovute al fatto che l'urto è sopportato in un primo tempo dal legno, poi dalla massicciata. Il valore di E relativo alla massicciata si può calcolare ricordando che il carico di $K \times 260 \times 26 = 6760\, K$ Kg. sulla traversa provoca un abbassamento di 1 cm.;

la sezione S interessata cresce (fig. 18) secondo la legge $S = 6760 + 568\,x + \pi x^2$ deve perciò sussistere la eguaglianza:

$$1 \text{ cm.} = \frac{6760\,K}{E} \int_0^{\infty} \frac{dx}{6760 + 568\,x + \pi\,x^2}$$

ne risulta:

$$E = \frac{6760\,K}{492}\, ln\, \frac{40}{532} \quad ; \quad \text{per } K = 5 \quad : E = \sim 180$$

Nella figura 17-*a* il diagramma M rappresenta la massa interessata all'urto. Velocità di trasmissione:

$$V = \sqrt{\frac{\text{densità}}{E}} \; : \; 9500 \text{ cm/sec.}$$

Ricerchiamo ora il diagramma accelerazione — tempo per i due esempi che stiamo trattando.

Armamento pesante. — La velocità d'urto di 17 m/sec. produce fra ruota e rotaia una reazione calcolabile con la formula [2] purchè ad E si sostituisca il modulo di elasticità tangenziale del ferro G = 800.000 Kg/cm²., ad S la sezione della rotaia: 67 cm².; a V la velocità di trasmissione trasversale: 300.000 cm/sec. Si ottiene:

$$R = 17 \left(\frac{0.0078}{1000}\, 300.000 + \frac{800.000}{300.000} \right) 67 = 5600 \text{ Kg.}$$

Poichè due sono i tronchi di rotaia, sulla ruota agisce la forza 5.600 × 2 = 11200 Kg. alla quale (essendo 500 Kg. il peso di una ruota, boccola e metà asse) corrisponde un'accelerazione di $\frac{11200}{500}$ = 22.400 cm/sec² = 22,8 g. Questa reazione è di brevissima durata perchè appena la lunghezza di trave interessata all'urto raggiunge 15-20 cm., la deformazione dovuta alla flessione prende il sopravvento su quella prodotta dal taglio ed i successivi elementi di rotaia vengono portati a velocità sempre minori. L'accelerazione d'urto dovuta al contatto ruota-rotaia decresce presso a poco con la legge di fig. 19. In tutti i calcoli successivi il tempo d'azione di questa forza sarà considerato di soli 3×10^{-5} sec. Lo stato di deformazione della rotaia prima dell'urto si può considerare come stato di riposo rispetto a questa nuova sollecitazione; tutte le successive deformazioni saranno computate a partire dall'istante dell'urto.

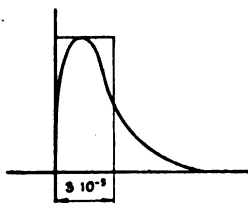
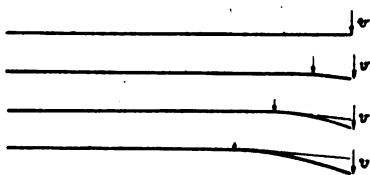



FIG. 19. FIG. 20.

La rotaia costretta ad abbassarsi di $y = \int V dt$ reagisce con la forza $F = \frac{3\,E J}{x^3}$ (con x viene indicata la distanza dalla ruota al centro della seconda traversa: punto nel quale si è supposto esistere un incastro - fig. 20); la traversa reagisce con la forza

$X = Hv$. L'accelerazione è data da $\dfrac{X+F}{500}$, l'abbassamento totale rispetto alla traiettoria cinematica è:

$$y = \int_0^t v dt = \frac{1}{2} V t^2 - \int_0^t \int_0^t a \, dt \, dt \, .$$

Nella fig. 21 sono riportati i diagrammi di v, a ed y, nella fig. 22 è tracciata l'effettiva traiettoria dell'asse.

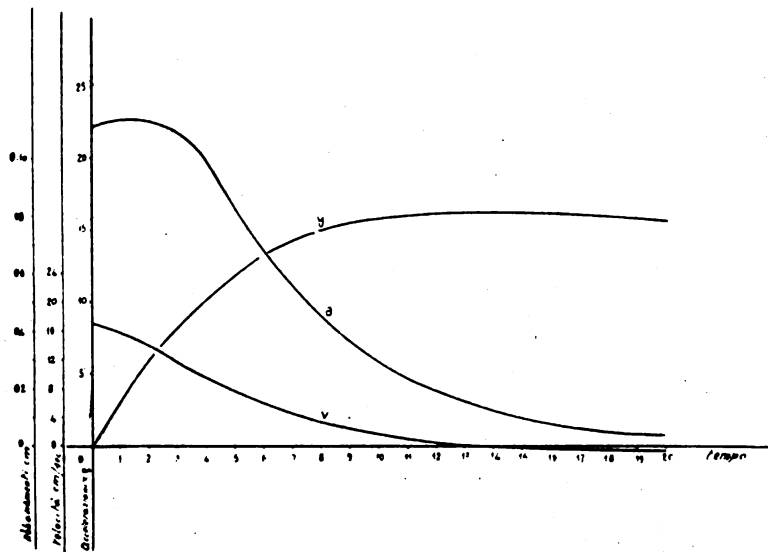



FIG. 21. — y: abbassamento; v: velocità; a: accelerazione dell'asse in senso verticale

Armamento leggero. — La velocità d'urto di 280 + 36,8 cm/sec. provoca una reazione iniziale di ben 75.000 Kg. con un'accelerazione di 150 g. La durata però è limitata

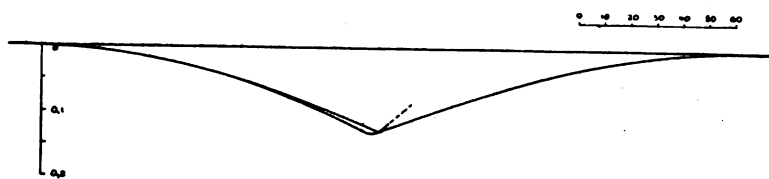



FIG. 22. — Traiettoria effettiva dell'asse in un tratto comprendente il giunto delle rotaie.
Velocità orizzontale 35 m/sec. Armamento di tipo pesante.

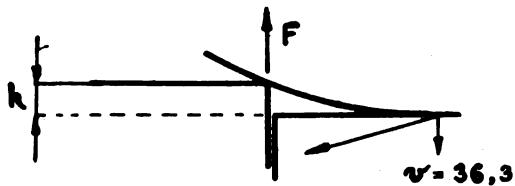



FIG. 23. FIG. 24.

a $3{,}10^{-5}$ sec. La rotazione della ruota obbliga lo spigolo della rotaia urtata ad abbassarsi della quantità h (fig. 23). La rotaia reagisce ed imprime all'asse un'accelerazione che tende a ridurre la velocità di abbassamento. Ad un certo punto per l'abbassamento della seconda rotaia e per diminuita inclinazione della traiettoria (fig. 24) la

ruota risulta tangente ad entrambe le rotaie e di improvviso si trova costretta ad una pendenza diversa da quella sulla quale si muoveva. La velocità d'urto, conseguente alla diversa inclinazione, è di 109 cm/sec., la reazione d'urto, della durata di 3×10^{-5} sec., è di 25600 Kg.

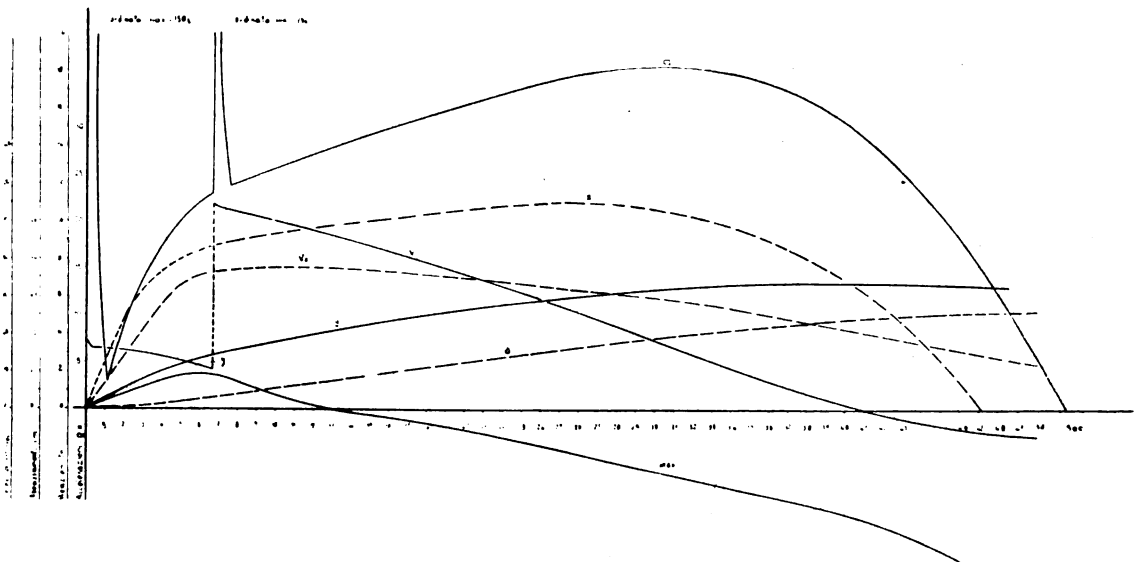



FIG. 25. — y: abbassamento; V: velocità; a: accelerazione dell'asse in senso verticale; F: reazione fra asse e rotaia; X: reazione fra rotaia e trasversa; Vx: velocità di abbassamento della trasversa; d: abbassamento della trasversa; Max: massa interessata all'urto.

Nella fig. 25 a linea piena sono riportati in funzione del tempo i diagrammi (1) della velocità verticale dell'asse V, dell'abbassamento dell'asse y, della a: accelera-

(1) Riassumo rapidamente le relazioni che legano fra loro le varie grandezze rappresentate nei diagrammi di fig. 25:

a, accelerazione verticale dell'asse, = F, reazione verticale fra ruota e rotaia diviso m, massa inerte corrispondente a ciascuna ruota: $a = F : 0{,}5 = 2F$;

V, velocità di abbassamento dell'asse rispetto alla posizione che i due tratti di rotaia hanno al momento dell'urto, uguale $V_0 - \int a\, d\, t$ dove V_0 è uguale a 36,8 cm/sec. per il primo tratto di rotaia e a 109 cm/sec. per il secondo tratto;

y, abbassamento della traiettoria reale dell'asse rispetto alla traiettoria cinematica, $y = y_1 + y_2$ dove $y_1 = \int V\, d\, t$ ed y_2 è l'abbassamento dello spigolo della seconda rotaia prodotto dal procedere della ruota,

$$\text{per } t > 6{,}7^{-4} \text{ sec.; } y = \text{cost.} = 0{,}125 \text{ cm.;}$$

V_x, velocità di abbassamento della traversa più prossima al giunto $= \dfrac{X - Ma_x}{H}$,

δ, abbassamento della traversa, $= \int V_x\, d\, t;\ a_x = \dfrac{d\, V_y}{d\, t}$;

F, reazione fra ruota e rotaia, e X, reazione fra rotaia e traversa, sono funzioni lineari di y e di δ:

$$F = A\, y + - B\,\delta \qquad X = B\, y - C\,\delta$$

dove:

$$A = \frac{\eta_{tt}}{\eta_{tt}\,\eta_{rr} - \eta^2_{tr}} \quad ; \quad B = \frac{\eta_{tr}}{\eta_{tt}\,\eta_{tr} - \eta^2_{tr}} \quad ; \quad C = \frac{\eta_{rr}}{\eta_{tt}\,\eta_{rr} - \eta^2_{tr}}$$

zione. I diagrammi delle grandezze relative alla traversa sono invece indicati a tratti: reazione della traversa X; velocità di abbassamento V_x; abbassamento della traversa δ;

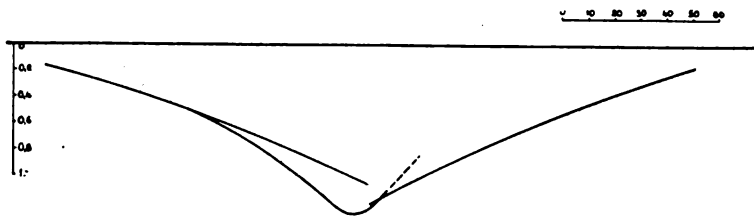



Fig. 26. — Traiettoria effettiva dell'asse in un tratto comprendente il giunto della rotaia. Velocità orizzontale 35 m/sec. Armamento di tipo leggero.

forza di inerzia della massa interessata all'urto Ma_x. La reale traiettoria dell'asse è tracciata nella figura 26.

η_{rr}, η_{tt} sono gli abbassamenti prodotti nel punto r e nel punto t (fig. 27) del carico 1 applicato al punto stesso.

η_{tr} è l'abbassamento del punto t quando sul punto r agisce il carico 1 e viceversa.

I valori di η_{tr} ed η_{rr} sono continuamente variabili con lo spostarsi della ruota; quanto più la ruota si avvicina alla traversa, tanto più si rende praticamente difficile calcolare con esattezza il valore del denominatore comune alle tre frazioni [4]:

$$\eta_{tt}\,\eta_{rr} - \eta^2_{tr},$$

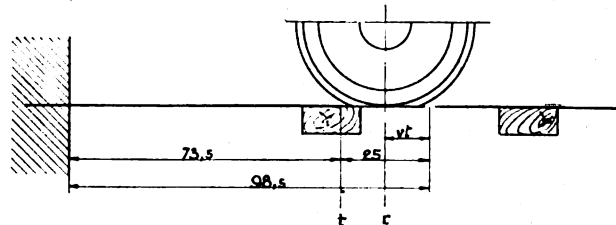



Fig. 27.

in quanto i due termini dei quali si deve fare la differenza tendono allo stesso limite. Il computo dei coefficienti A, B, C, per i vari istanti t, può invece essere reso molto spedito operando alcune semplificazioni. η_{tt} ha valore costante ed eguale a $\dfrac{73.5^3}{3\,EJ}$; η_{tr} è uguale ad η_{tt} più il prodotto della pendenza della trave del punto t per la distanza che corre da t a r, perciò:

$$\eta_{tr} = \eta_{tt} + \frac{2}{3}\,\frac{\eta_{tt}}{73,5}\,(25 - vt) = \eta_{tt}\left(1 + \frac{1,5\,(25 - vt)}{73,5}\right)$$

$$\eta_{rr} = \frac{(98,5 - vt)^3}{3\,EJ} = \eta_{tt}\left(\frac{98,5 - vt}{73,5}\right)^3$$

Con un semplice calcolo algebrico risulta da queste formule:

$$A = \frac{55,15\,(25 - vt)^2 + (25 - vt^2}{6110} \quad ; \quad B = A\left(1 + \frac{25 - vt}{49}\right) \quad ;$$

$$C = A\left(\frac{98,5 - t}{73,5}\right)^3$$

Queste espressioni sono molto più pratiche, in quanto nel tratto considerato il termine $(25 - vt)$ è sempre positivo e non è necessario eseguire differenze fra numeri molto prossimi che dovrebbero essere calcolati con approssimazione assai superiore a quella che si pretende ottenere nel risultato. Per ottenere i diagrammi di figura 25 gli intervalli $\triangle t$ sono stati scelti eguali a 10^{-4} sec.

SOLLECITAZIONI PRODOTTE NELL'ASSE DALLE ACCELERAZIONI DI URTO.

Esaminiamo dapprima quali deformazioni subisce l'asse sotto l'azione di una accelerazione a costante. L'asse risulta caricato dal peso proprio e dal peso delle boccole moltiplicato per il rapporto $\frac{a}{g} = \beta$. La linea elastica, determinata con i comuni metodi della scienza delle costruzioni, può venire espressa in serie di seni e risponde perciò all'equazione:

$$\Sigma\ a_k \operatorname{sen} \frac{K\pi}{l} x \qquad [1]$$

Nel caso dell'asse portante delle automotrici Aln 40 (fig. 28) il peso è distribuito in modo simmetrico e perciò nella [1] compaiono soltanto termini di ordine dispari.

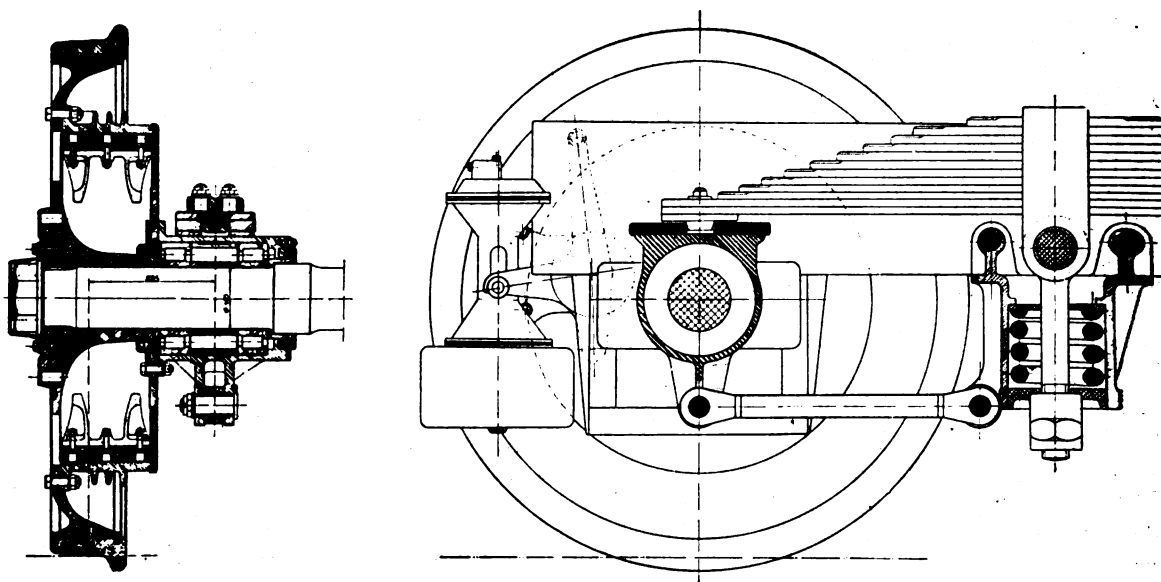



FIG. 28. — Asse portante di una automotrice ALn 40.

Intorno a questo posizione di equilibrio l'asse può compiere con data frequenza oscillazioni di qualsiasi ampiezza. L'equazione dinamica generale è perciò:

$$y = \Sigma\ a_k \operatorname{sen} \frac{K\pi}{l} x + b_k \operatorname{sen} \frac{K\pi}{l} x \operatorname{sen} 2\pi f_k t + c_k \operatorname{sen} \frac{K\pi}{l} x \cos 2\pi f_k t \qquad [2]$$

dove $f_1, f_2 \ldots f_k$ sono le successive frequenze proprie di vibrazione dell'asse e b_k, c_k costanti arbitrarie.

Se l'accelerazione $a = \beta\ g$ comincia ad agire dall'istante $t = o$ (fig. 29), i valori di b_k e c_k si dovranno determinare in base alla condizione che per $t = o$ l'asse non si è ancora spostato, nè ha ancora acquistato velocità. Si pone perciò $y = o$, $\frac{dy}{dt} = o$, dove risulta $c_k = -a_k$; $b_k = o$. La [2] si semplifica perciò nella:

$$\eta = \Sigma\ a_k \operatorname{sen} \frac{K\pi}{l} x - \Sigma\ a_k \operatorname{sen} \frac{K\pi}{l} x \cos 2\pi f_k l \qquad [2']$$

Possiamo considerare separatamente i due addendi della [2] ponendo:

$\eta_{sk} = a_k \operatorname{sen} \frac{K\pi}{l} x$ (freccia statica) ed $\eta_{dk} = a_k \operatorname{sen} \frac{K\pi}{l} x \cos 2\pi f_k t$ (freccia dinamica).

Le frequenze proprie di vibrazione dell'asse si determinano agevolmente scrivendo la eguaglianza fra l'energia elastica e l'energia cinetica dopo un quarto di periodo di oscillazione. Le masse distribuite sull'asse possono rapresentarsi con lo schema di fig. 30

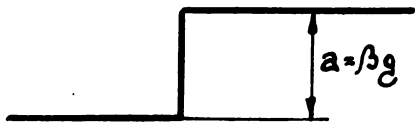
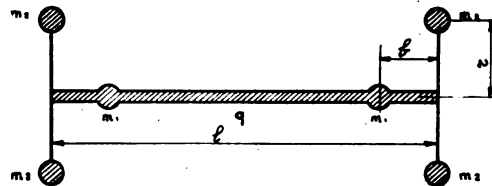



FIG. 29. FIG. 30.

nel quale viene indicato con q la massa per cm. dell'asse, con m_1 la massa della boccola, disco e cilindro a freno, con $m_2 \times 2$ la massa di una ruota, con r il raggio di inerzia equatoriale d'una ruota. Supponiamo che l'asse venga incurvato secondo la linea sen $\frac{\pi}{l} x$; l'energia elastica accumulata è:

$$W_d = \frac{1}{2} \int \frac{M^2}{EJ} dx$$

e poichè:

$$M = EJ \frac{\pi^2}{l^2} \operatorname{sen} \frac{\pi}{l} x \quad ; \quad W_d = \frac{1}{2} \frac{\pi^2}{l^2} EJ \int \operatorname{sen}^2 \frac{\pi}{l} x = \frac{1}{4} \frac{\pi^4}{l^3} EJ$$

Se l'asse viene lasciato libero, incomincia a vibrare col periodo T; dopo un tempo $\frac{T}{4}$ avrà nuovamente raggiunto la posizione di riposo e trasformata tutta la sua energia elastica in energia cinetica: $\Sigma \frac{1}{2} m v^2$.

Distinguiamo l'energia cinetica delle tre parti: asse propriamente detto, boccole, ruote. Per ciascun punto la velocità è uguale allo spostamento compiuto dalla posizione deformata alla posizione di riposo, diviso per il tempo $\frac{T}{4}$ (velocità media) e moltiplicato per $\frac{\pi}{2}$ (rapporto fra velocità media e velocità massima di un moto armonico). Avremo perciò per l'asse:

$$W_{cin} = \frac{1}{2} q \left(\frac{\pi}{2} \frac{T}{4}\right)^2 \int_0^l \operatorname{sen}^2 \frac{\pi}{l} x = q \frac{\pi^2 l}{T^2} \text{ (1)};$$

(1) Se la massa delle ruote e delle boccole fosse nulla, si riavrebbe (dalla eguaglianza $W_{el} = W_{cin}$) la solita espressione del periodo di vibrazione di una trave appoggiata:

$$T = \frac{2 l^2}{\pi} \sqrt{\frac{q}{EJ}}.$$

per le ruote:

$$W_{cin} = \frac{1}{2} \, 4 \, m_2 \left(\frac{\pi}{2} \frac{\pi r}{l} \frac{4}{T} \right)^2 ;$$

per le boccole:

$$W_{cin} = \frac{1}{2} \, 2 \, m_1 \left(\frac{\pi}{2} \operatorname{sen} \frac{\pi b}{l} \frac{4}{T} \right)^2$$

Mettendo in evidenza:

$$T = \frac{2l}{\pi} \sqrt{\frac{l}{EJ}} \sqrt{q l + 2\pi^2 \left(\frac{r}{l}\right)^2 4 \, m_2 + 2 \operatorname{sen}^2 \pi \frac{b}{l} \, 2 \, m_1}$$

$$= \frac{2l}{\pi} \sqrt{\frac{gEJ}{l}} \sqrt{\text{peso asse} + 2\pi^2 \left(\frac{r}{l}\right)^2 \text{peso ruote} + 2 \operatorname{sen}^2 \frac{\pi l}{l} \text{peso boccole}} \qquad [3]$$

Sostituendo in quest'ultima formula i valori effettivi dei pesi; asse: $P_a = 106$ g.; ruota: $P_r = 600$ Kg.; boccole: $P_b = 300$ Kg.) si ottiene $T_1 = 0{,}0237$ e perciò $\omega_1 = 2\pi f_1 = 265$. Per trovare il periodo corrispondente alle frequenze superiori si può ripetere, in via di approssimazione, il ragionamento precedente applicato alle linee elastiche di equazione sen $\frac{m\pi}{l} x$.

Risulta:

$$T_m = \frac{2l}{\pi} \sqrt{\frac{l}{gEJ}} \sqrt{\frac{1}{m^4} P_a + \frac{1}{m^2} 2\pi^3 \left(\frac{r}{l}\right)^2 P_r + \frac{1}{m^4} 2 \operatorname{sen}^2 \frac{m\pi b}{l} P_b}$$

Come si è detto, per la simmetria della distribuzione delle masse dell'asse la linea elastica sviluppata in serie di seni non contiene che termini di ordini dispari; pertanto non interessa ricercare che le frequenze corrispondenti ai valori dispari di m. Si ottiene:

$$T_3 = 0{,}0063 \ , \ \omega_3 = 998 \quad ; \quad T_5 = 0{,}0035 \ , \ \omega_5 = 1800$$

Sotto l'azione delle accelerazioni l'asse risulta, caricato secondo lo schema di figura 31. Il carico si può sviluppare in serie di seni tenendo conto che un carico uniformemente distribuito p è uguale a:

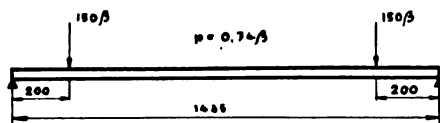



FIG. 31. — Forze d'inerzia che agiscono sull'asse, per sull'asse, per un valore β g dell'accelerazione verticale.

$$\frac{4}{\pi} \Sigma \frac{1}{m} \operatorname{sen} \frac{m\pi}{l} x$$

mentre un carico P concentrato nell'ascissa b si sviluppa con la serie:

$$\frac{2P}{l} \Sigma \operatorname{sen} \frac{m\pi b}{l} \operatorname{sen} \frac{m\pi}{l} x$$

Essendo i due carichi 150 β simmetrici e distanti 20 cm. dagli appoggi (1) lo svi-

(1) La mezzeria della boccola (fig. 28) dista 22,5 dal cerchio di rotolamento, ma il centro di gravità dell'insieme formato dalla boccola, disco, porta freni, cilindro a freno e ceppi è spostato verso l'esterno. Le forze di inerzia debbono ritenersi applicate ad un punto distante cm. 20 dal cerchio di rotolamento.

luppo in serie di seni sarà:

$$\frac{4}{l}\ 150\ \beta\ \Sigma\ \text{sen}\ \frac{m\,\pi\,20}{l}\ \text{sen}\ \frac{m\,\pi}{l}\ x.$$

Il carico totale dovuto alle forze di inerzia sarà dunque:

$$p = \Sigma\,\beta\left(\frac{0{,}74}{m}\ \frac{4}{\pi} + \frac{4.150}{l}\ \text{sen}\ \frac{m\,\pi\,20}{l}\right)\text{sen}\ \frac{m\,\pi}{l}\ x \qquad [4]$$

ricordando che $EJg = \int^4 p\,dx$ e tenuto conto che $l = 143{,}5$ cm., avremo:

$$EJ\,\eta = 11{,}8\ 10^6\beta\ \text{sen}\ \frac{\pi}{l}\ x + 23{,}4\ 10^4\beta\ \text{sen}\ \frac{\pi}{l}\ x + 25\ 10^3\beta\ \text{sen}\ \frac{5\,\pi}{l}\ x$$

Fino a questo punto si è supposta costante l'accelerazione che sollecita l'asse. Ciò in realtà non è: nel paragrafo precedente sono stati determinati per i due esempi i diagrammi dell'accelerazione in funzione del tempo. Sostituendo ora ai due diagrammi delle figg. 21 e 25 altrettanti diagrammi di eguale area ottenuti con più tratti costanti (fig. 32-*a*, *b*). Questa approssimazione è largamente sufficiente. Per convincersene basta scomporre il diagramma in un maggior numero di aree rettangolari e procedere ad analogo calcolo: il risultato finale differirà di pochissimo.

FIG. 32. — Diagramma approssimato delle accelerazioni verticali in funzione del tempo.

Vediamo in un caso generale come varia la legge dell'oscillazione quando all'istante t_n l'accelerazione si porta da $\beta_{n-1}g$ a $\beta_n g$.

Le equazioni generiche della freccia statica η_s e della freccia dinamica η_d nell'intervallo Δt_n compreso da t_{n-1} a t_n sono (prendendo in considerazione il primo termine dello sviluppo in serie della linea elastica):

$$\eta_s = 11{,}8\ 10^6\beta_n \quad ; \quad \eta_d = a_n \cos\left[265\ (t - t_{n-1}) + \varphi_n\right]$$

Nell'istante t_n pur variando con discontinuità l'accelerazione, debbono essere uguali sia lo spostamento che la velocità. Per il primo termine dello sviluppo si avrà:

$$11{,}8\ 16^6\,\beta_n - a_n \cos\ (265\ \Delta t_n + \varphi_n) = 11{,}8\ 10^6\,\beta_{n+1} - a_{n+1} \cos\ \varphi_{n+1} \qquad [5]$$

$$a_n\ 265\ \text{sen}\ (265\ \Delta t_n + \varphi_n) = a_{n+1}\ \text{sen}\ \varphi_{n+1} \qquad [6]$$

La [5] e la [6] risolte ci dànno:

$$a_{n+1} = \frac{1}{\cos\ \varphi_{n+1}}\ 11{,}8\ 10^6\ (\beta_{n+1} - \beta_n) + a_n \cos\ (265\ \Delta t_n + \varphi_n) \qquad [7]$$

$$\text{tg}\ \varphi_{n+1} = \frac{a_n\ \text{sen}\ (265\ \Delta t_n + \varphi_n)}{a_n \cos\ (265\ \Delta t_n + \varphi_n) + 11{,}8\ 10^6\ (\beta_{n+1} - \beta_n)} \qquad [8]$$

Per il secondo termine della serie

$$23{,}4 \ \ 10^4 \beta \ \mathrm{sen} \frac{3\pi}{l} x \cos 998\, t ,$$

si ripete lo stesso procedimento sostituendo soltanto i nuovi numeri. Applicando la [7] e la [8] alle variazioni di β contemplate nei diagrammi di fig. 32 si ottiene per il primo caso:

primo termine	secondo termine	terzo termine
	per $0 \leq t \leq 0{,}0006 \ : \ \beta_1 = 20$	
$11{,}8 \ 10^6 \times \beta_1 = 236 \ 10^6$	$23{,}4 \ 10^4 \times \beta_1 = 468 \ 10^4$	$25 \ 10^3 \times \beta_1 = 498 \ 10^3$
$a_{11} = 236 \ 10^6 ; \ \varphi_{11} = 0$	$a_{21} = 468 \ 10^4 ; \ \varphi_{21} = 0$	$a_{31} = 498 \ 10^3 ; \ \varphi_{31} = 0$
	per $0{,}0006 \leq t \leq 0{,}0009 \ : \beta_2 = 10$	
$11{,}8 \ 10^6 \times \beta_2 = 118 \ 10^6$	$23{,}4 \ 10_4 \times \beta_2 = 234 \ 10^4$	$25 \ 10^3 \times \beta_2 = 249 \ 10^3$
$a_{12} = 120{,}5 \ 10^6 ; \ \varphi_{12} = 0{,}315$	$a_{22} = 304 \ 10^4 ; \ \varphi_{22} = 1{,}046$	$a_{32} = 440 \ 10^3 ; \ \varphi_{32} = 1{,}60$
	per $0{,}0009 \leq t \leq 0{,}0015 \ : \ \beta_3 = 4$	
$11{,}8 \ 10^6 \times \beta_3 = 47{,}2 \ 10^6$	$23{,}4 \ 10^4 \times \beta_3 = 93{,}6 \ 10^4$	$25 \ 10^3 \times \beta_3 = 99{,}7 \ 10^3$
$a_{13} = 61{,}5 \ 10^6 ; \ \varphi_{13} = 0{,}85$	$a_{23} = 306 ; \ \varphi_{23} = 1{,}82$	$a_{33} = 410 \ 10^3 ; \ \varphi_{33} = 2{,}39$
	per $0{,}0015 \leq t \ \infty \ : \ \beta_4 = 0$	
$a_{14} = 54 \ 10^6 ; \ \varphi_{14} = 1{,}85$	$a_{24} = 380 \ 10^4 ; \ \varphi_{24} = 2{,}58$	$a_{34} = 510 \ 10^3 ; \ \varphi_{34} = 3{,}32$

Nella fig. 33 è rappresentata per i primi due termini la legge dello spostamento (1) nel tempo del punto centrale dell'asse:

$$\left(\mathrm{sen} \frac{\pi}{l} x = 1 \quad ; \quad \mathrm{sen} \frac{3\pi}{l} x = -1 \right) .$$

Passiamo dagli spostamenti ai momenti flettenti:

$$M_1 = EJ \frac{d^2 y}{d x^2} = 54 \,.\, 10^5 \ \frac{\pi^2}{l^2} \ \mathrm{sen} \ \frac{\pi x}{l} \quad ; \quad M_3 = 380 \,.\, 10^4 \ \frac{9\pi^2}{l^2} \ \mathrm{sen} \ \frac{3\pi}{l} x \quad ;$$

$$M_5 = 510 \,.\, 10^3 \ \frac{25\pi^2}{l^2} \ \mathrm{sen} \ \frac{5\pi}{l} x$$

Al centro dell'asse avremo i momenti:

$$M_1 = 25.900 \cos 265\ t ; \ M_3 = 16.400 \cos 298\ t ; \ M_5 = 6.100 \cos 1800\ t .$$

(1) Una accelerazione costante capace di produrre lo spostamento $\frac{1}{EJ}$ 54.10⁶ relativo al primo termine, vale $\frac{11{,}8}{54} g = 4{,}5\ g$; ciò è quanto dire che il momento flettente prodotto durante il fenomeno di urto delle masse non sospese è eguale a 4,5 volte il momento flettente statico prodotto dal peso delle masse stesse. Osserviamo che il prodotto ω_1 (pulsazione), $\triangle V$ (variazione complessiva della componente verticale della velocità) ha le dimensioni di una accelerazione, nel caso nostro: $\omega_1 = 265 \ \mathrm{sec}^{-1}$; $\triangle V = 18$ cm/sec ed $\omega_1 \ \triangle V = 4{,}75\ g$ in generale, quando la durata dell'urto è inferiore ad $\frac{1}{4}$ di periodo, il

Per trovare il momento massimo si dovrebbe a rigore costruire il diagramma della somma dei tre momenti, dato però che l'asse compie dopo l'urto un gran numero

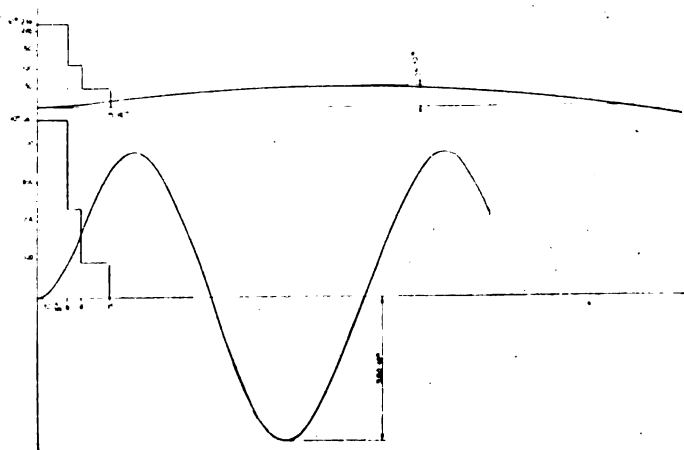



FIG. 33. — Spostamento del punto centrale dell'asse provocato dalle accelerazioni d'urto.

di oscillazioni, è meglio attenersi all'ipotesi più sfavorevole e cioè che ad un certo istante i tre momenti si sommini $M_1 + M_3 + M_5$, 48.400. Il momento resistente dell'asse è di 130 cm., la sollecitazione unitaria dovuta all'accelerazione d'urto risulta perciò in questo primo caso $\frac{48400}{130}$ = Kg/cmq. Come si vede, si tratta di una sollecitazione abbastanza lieve. Il carico statico dovuto al peso dell'automotrice genera una sollecitazione di $\frac{2700 \times 22,5}{130}$ = 6,4 Kg/mmq. che maggiorato del 30 % per le oscillazioni della cassa si porta a 8,3 Kg/mmq. In totale siamo dunque a 12 Kg/mmq. che

prodotto $\omega_1 \triangle V$ differisce di poco dal valore di quella accelerazione costante che, agendo per un tempo indefinito sulle masse non sospese, dà luogo ad una deformazione dell'asse eguale alla deformazione massima che si produce durante il fenomeno d'urto. Supposto infatti che il diagramma della accelera-

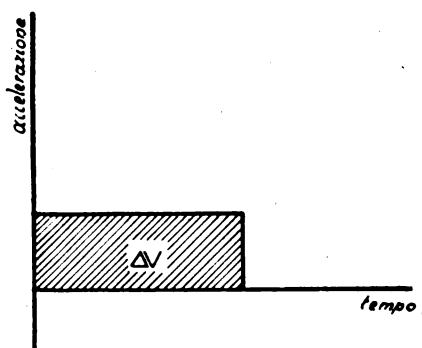
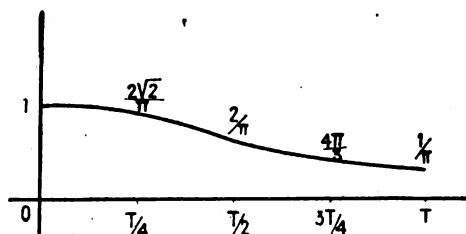



FIG. 34. FIG. 35.

zione sia dato da un solo rettangolo (fig. 34) è facile dimostrare, applicando le formule [5] e [6] di questo capitolo, che al variare della base del rettangolo (tempo d'azione dell'accelerazione) il rapporto fra l'accelerazione costante capace di produrre la stessa deformazione e il prodotto $\omega_1 \triangle V$ varia nel modo indicato dal diagramma (fig. 35). Di questa semplificazione si potrà fare utile impiego quando le sollecitazioni effettive sull'asse debbono essere dedotte da un diagramma di accelerazioni ottenuto sperimentalmente.

lasciano perfettamente tranquilli di fronte ai 40 e più Kg/mmq. di limite di resistenza a fatica.

Il punto più pericoloso non è il centro dell'asse, ma la sezione di calettamento del cuscinetto più interno. I momenti massimi in questo punto valgono:

$$M_1 = 25.900 \text{ sen } \frac{\pi\ 32}{l} = 16.800 \quad ; \quad M_3 = 14.100 \quad ; \quad M_5 = 3.300$$

la somma dei tre momenti ci dà $M = 34.200$ Kg/cm.; la tensione corrispondente vale 2,65 Kg/mmq. e ad essa va aggiunta la tensione di 8,3 dovuta al carico statico. Il totale di 8,3 + 2,65 = 11 Kg/mmq. va moltiplicato almeno per 1,5 per tener conto disuniforme distribuzione della tensione nella sezione di calettamento.

Passiamo infine al secondo caso (fig. 32-*b*):

$$\text{per } 0 \leq t \leq 0{,}001 \quad \beta_1 = 24 \quad ; \quad 11{,}8 \ 10^6\, \beta_1 = 283 \ 10^6$$
$$a_{11} = 283 \ 10^6 \quad ; \quad \varphi_1 = 0$$
$$\text{per } 0{,}001 \leq t \leq 0{,}0048 \quad \beta_2 = 30 \quad ; \quad 11{,}8 \ 10^6\, \beta_2 = 354 \ 10^6$$
$$a_{12} = 218 \ 10^6 \quad ; \quad \varphi_2 = 0{,}348$$
$$\text{per } 0{,}0048 \leq t < \infty \quad \beta_3 = 0$$
$$a_{13} = 375 \ 10^6 \quad ; \quad \varphi_3 = 2{,}54$$

Il momento M_1 vale questa volta 180.000 Kg/cm. Il momento M_3 raggiunge il valore massimo di 51.800 ma poi oscilla con ampiezza di 31.000 Kg/cm. Il momento M_5 ha il valore masimo di 17.000. La somma dei valori massimi ci dà ora 228.000 Kg/cm. al centro della sala; si deve poi aggiungere la sollecitazione statica di 6,4 moltiplicata per 1,5 per tener conto delle oscillazioni della cassa ehe in questo caso, dato il binario più scadente, sono molto più forti che nel caso precedente: 6,4 × 1,5 = 9,6; 17, 5 + 9,6 = 27 circa. In corrispondenza del cuscinetto la tensione dovuta alla sollecitazione dinamica è di $\frac{14500}{130} = 11{,}2$ Kg./mm. La tensione massima nella sezione di calettamento sarà perciò con le stesse ipotesi già formulate nel precedente esempio 1,5 (11,2 + 9,6) = 31,2 Kg./mmq.

In questa condizione il coefficiente di sicurezza dinamico è troppo piccolo ed una lieve anormalità potrebbe provocare la rottura. È ciò che in realtà è successo su diversi assi di questo tipo. Dopo 7 od 8 mesi che le automotrici Aln 40 prestavano servizio si verificarono d'improvviso alcune rotture di assi portanti, tanto che di urgenza fu preso il provvedimento di togliere dal servizio tutte le automotrici di quel gruppo in attesa di concretare delle modifiche che dessero affidamento di aver eliminato le cause della pericolosa avaria.

Giova osservare che dall'esame dei pezzi rotti risultò, in tutti i casi nei quali non si era determinata la frantumazione del cuscinetto a rulli della boccola, che la causa occasionale della rottura risiedeva in una irregolarità del'anello interno, il quale presentava dal lato rivolto verso il centro dell'asse una lieve diminuzione di diametro. Questa strozzatura aveva prodotto sull'asse una solcatura della profondità di pochi centesimi di millimetro, che ha poi costituito l'innesco della rottura a fatica.

Le modifiche apportate hanno migliorato il comportamento dell'asse sotto il duplice aspetto di ridurre il carico dinamico e di eliminare gli sforzi secondarii nelle sezioni più pericolose.

Tutta la sospensione è stata messa a punto attraverso un rigoroso controllo, sono stati aggiunti degli ammortizzatori ad olio e degli appoggi in gomma grazie ai quali le accelerazioni verticali e laterali sono state notevolmente diminuite. L'articolazione della molla a balestra è stata modificata passando dal sistema rappresentato in fig. 36 *a* a quello di fig. 36-*b*. Si è così evitato il ripetersi dell'inconveniente più volte prodottosi della grippatura della staffa nella sua guida, inconveniente assai grave agli effetti dal carico dinamico in suanto si veniva a ridurre moltissimo la flessibilità di tutta la sospensione.

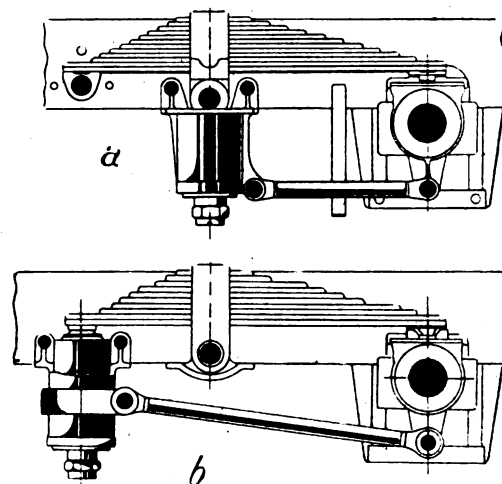



FIG. 36. — Modifica alla sospensione delle automotrici ALn 40.

Il cilindro a freno, che prima era rigidamente collegato alla boccola (fig. 27) è stato spostato sul telaio; il peso totale della boccola risulta perciò diminuito di circa 30 Kg., pur considerando l'aggiunta del tubo di distanziamento e della ghiera per il ca-

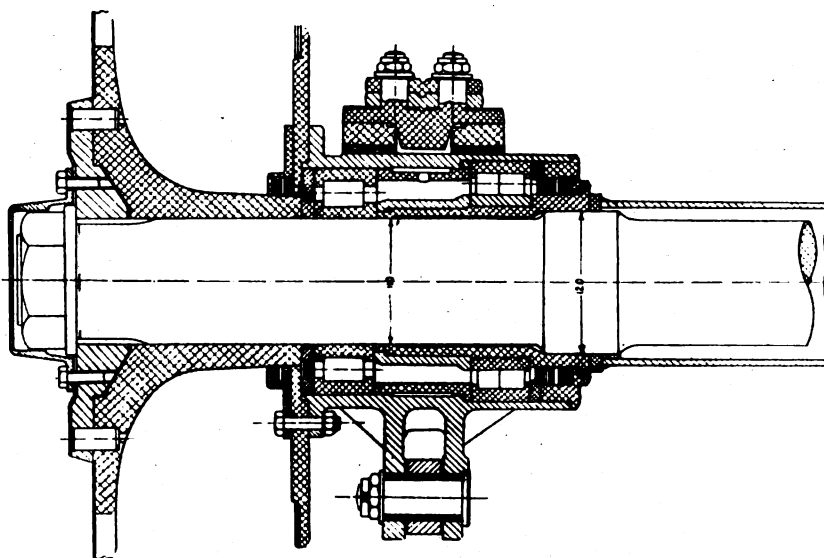



FIG. 37. — Nuova boccola degli assi portanti delle automotrici ALn 40.

lettamento del cuscinetto esterno (fig. 37). La formula [4] di questo paragrafo diviene per il caso dell'asse modificato:

$$p = \Sigma \beta \left(\frac{4}{\pi} \frac{0{,}74}{m} + \frac{4.120}{l} \operatorname{sen} \frac{m \pi}{l} 20 \right) \operatorname{sen} \frac{m \pi}{l} x$$

I valori dei momenti massimi, determinati da questo carico e dal solito diagramma di accelerazione della figura 32 *b*, sono:

$$M_1 = 156.500 \quad ; \quad M_3 = 25.900 \quad ; \quad M_5 = 14.000 \; .$$

Perciò:

$$M_1 = 191.400 \text{ Kgmc} \quad \text{e} \quad \sigma = 14,9 \text{ Kg/mmq.}$$

Il carico statico — considerando, dato il miglioramento della sospensione, una maggiorazione del 30 % soltanto — genera una tensione al centro della sala di 8,3 Kg/mmq.

Siamo perciò a 23,2 Kg/mmq. di fronte ai 27 di prima, ma, ciò che più conta, in corrispondenza del cuscinetto interno non si verificano più pericolose punte di tensione, mentre il cuscinetto esterno risulta in ogni caso poco sollecitato perchè più vicino all'appoggio; la ghiera che potregge l'asse dal contatto del cuscinetto interno esercita pressioni molto limitate ed in ogni caso agisce su di una sezione ove il diametro è maggiorato da 110 a 120 mm. In complesso il margine di sicurezza presentato dall'asse modificato è, nelle ipotesi di calcolo che abbiamo formulato, pressapoco raddoppiato rispetto all'asse antemodifica. La prova pratica del migliorato stato di cose è data dal fatto che mentre le prime rotture avevano avuto luogo dopo percorsi, a partire dalla messa in servizio delle automotrici, di 40.000 ÷ 50.000 Km., le stesse automotrici dopo l'effettuazione delle modifiche hanno compiuto percorsi assai maggiori (100.000 km ed oltre) senza alcun incidente, ed anche all'esame magnetoscopico gli assi non hanno rilevato la benchè minima traccia di incrinature.

BIBLIOGRAFIA.

G. Albenga: *Lezioni di Ponti*, vol. II.

F. Corini: *Costruzione ed esercizio delle Ferrovie*, vol. II, cap. II.

S. Timoshenko and B. F. Langer: *Stresses in Railroad Track.* (« Transactions of the American Society of Mechanical Engineers », 1932, pag. 277).

H. Thoma: *Schienenbeanspruchung unter schnellfahrenden Zügen.* (« Verein Deutscher Ingenieure » (VDI), 1933, pag. 873).

E. Baticle: *Etude de chocs au droit des joints des rails.* (« Genie Civil », 1938, pag. 290).

W. Rosteck: *Wirkungen bewegter Verkehrslasten auf Eisenbahnbrüchen.* (« Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens », 1934, pag. 197).

Z. Tuzi-M. Nisida: *Photoelastic study of stresses due to impact.* (« Philosophical Magazine », 1936, pag. 448).

A. Thum: *Der Werkstoff in der konstruktiven Berechnung.* (« Stahl und Eisen », 2 marzo 1939).

M. Muzzoli. *Saggi di resistenza a fatica con particolare riguardo agli acciai per assali ferroviari e tramviari.* (« Ricerche di Ingegneria », gennaio 1939).

G. Corbellini: *Metodi elettrici per la misura e registrazione delle azioni dinamiche prodotte dal materiale rotabile ferroviario in corsa veloce.* (« Ri-vista Tecnica delle Ferrovie Italiane », maggio 1937).

LIBRI E RIVISTE

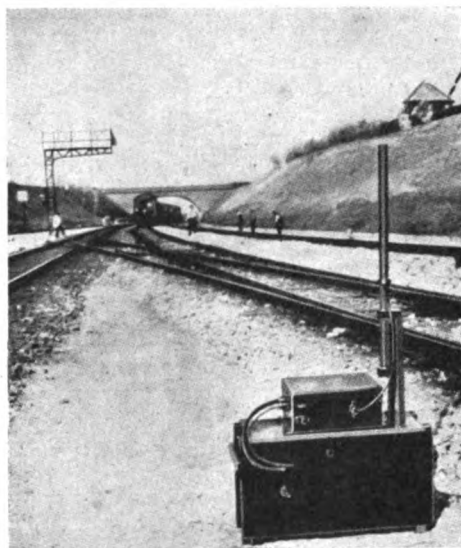
La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste, cui detti riassunti si riferiscono, fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri ferroviari italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai Soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria

(B. S.) Un impianto per segnalare il movimento di un treno mediante la radio (*The Railway Gazette*, 7 giugno 1939).

La Société Française Radio-Electrique ha realizzato recentemente un interessante impianto che serve a segnalare il passaggio di un treno per determinati punti della linea e che offre una soddisfacente soluzione al problema di proteggere il personale che lavora sulla linea. L'utilità dell'impianto consiste nel fatto che esso può essere istallato sia permanentemente, come, per esempio, per proteggere un passaggio a livello incustodito, sia temporaneamente, per proteggere le squadre addette alla manutenzione dell'armamento.

Fig. 1. — Apparato in uso su una ferrovia francese per inviare un segnale di avvertimento al personale addetto alla manutenzione dell'armamento.

Si tratta di un trasmettitore radiofonico, che emette un'onda permanente, che serve ad azionare un relé controllato da un ricevitore radiofonico posto nel punto che si desidera proteggere. In tal modo il segnale viene posto in azione quando la trasmissione viene interrotta, cioè allorchè il treno passa per il trasmettitore. Quest'ultimo ha una lunghezza d'onda di 5 m., e consiste in un pentodo oscillatore che può essere sintonizzato, mediante un condensatore variabile, nei limiti da 4,5 a 5,5 metri. Praticamente l'impianto viene sintonizzato permanentemente sulla frequenza scelta al momento di metterlo in servizio, e quindi viene chiuso mediante una chiave speciale. Per l'accensione del filamento della valvola trasmittente si ha una batteria da 12 V., che alimenta anche un piccolo convertitore che serve a dare corrente alternata di 110 V., 600 periodi, per l'anodo. L'impianto è contenuto in una piccola cassa, che è posta su un'altra più grande, contenente la batteria (vedi fig. 1). La stessa cassa porta anche su isolatori un aereo tubolare di lunghezza pari a un quarto della lunghezza d'onda; il tutto è facilmente trasportabile. Si ha un contrappeso (invece della connessione di terra) costituito da una rete di filo metallico, della lunghezza di m. 1,25 larghezza m. 0,50, stesa su un telaio di legno tenuto a posto tra le rotaie del binario mediante viti a legno; l'impianto stesso è disposto in un punto conveniente qualsiasi fuori del binario

Il ricevitore ha le stesse dimensioni del trasmettitore. Esso ha tre pentodi, che funzionano da rivelatore, amplificatore e raddrizzatore per il relé del clacson. La sintonizzazione viene eseguita una volta per tutte quando l'apparecchio è posto in servizio; si possono però fare rettifiche quando si vuole. I filamenti delle valvole sono alimentati da una batteria a 6 V., la quale alimenta pure un convertitore che produce corrente continua filtrata, a 2000 V., per i circuiti anodici.

Il ricevitore aziona un relé che normalmente viene tenuto chiuso da una corrente rivelata dal ricevitore. Però, non appena cessa la ricezione, il relé si apre, facendo suonare il clacson. Per assicurare assolutamente il funzionamento si ha un doppio sistema di clacson: un apparecchio sonoro è azionato dalla batteria normale, e l'altro da una di riserva, che funziona nel caso dell'interruzione del primo circuito. Le prove eseguite mostrano che le onde radio seguono la superstruttura del binario, sicchè sono evitate le interferenze con ricevitori locali.

La figura rappresenta l'impianto in funzione su una ferrovia francese. — F. BANOLI.

(B.S.) Il molleggiamento magnetico delle carrozze ferroviarie (*Glasers Annalen*, 1 settembre 1939).

Con l'aumento della velocità, per continuare ad avere un buon andamento di corsa, dovrebbe aumentare la bontà del binario. Siccome però la bontà del binario è oggi al limite delle sue possibilità pratiche è necessario perfezionare il molleggiamento dei veicoli.

Finora gli organi destinati al molleggiamento sono consistiti in molle d'acciaio, funzionanti in base al concetto di deformarsi sotto l'influenza delle forze esterne e riprendere poi la forma primitiva al cessare di esse senza conservare deformazioni permanenti. Tale sistema per ovvie ragioni non riesce a mantenere tranquilla la corsa dei veicoli.

Il molleggiamento è in sostanza un problema oscillatorio nel quale ha importanza decisiva la frequenza delle oscillazioni e il loro smorzamento.

È noto che l'aumento della massa oscillante prolunga il periodo d'oscillazione, perciò l'aumento del peso delle parti molleggianti ha influenza favorevole. Però il molleggiamento deve essere buono sia a veicolo vuoto che a veicolo carico.

Un'oscillazione riesce tanto meno fastidiosa quanto minore è l'accelerazione massima. Risulta dal calcolo che l'accelerazione diminuisce col crescere della durata dell'inflessione ed aumenta col crescere dell'impulso o dell'altezza dell'irregolarità di livello del binario. Lo stesso favorevole effetto viene esercitato dall'aumento della massa del veicolo. Siccome ora un ciclo di oscillazione meccanica è affine ad un ciclo di oscillazione elettrica, è possibile combinare le relative formule sostituendo la massa con l'autoinduzione e l'inflessione sotto carico con la capacità.

L'A. ricava così l'equazione differenziale del ciclo di oscillazione meccanica, e dimostra che il volume delle molle dipende dal carico complessivo sollecitante le molle stesse, qualora si prescinda dall'inflessione e dal coefficiente che rappresenta la qualità del metallo. Ne segue che, ove si voglia mantenere il molleggiamento invariato anche quando il carico venga ridotto ad una frazione del valore originario, occorre ridurre proporzionalmente il volume delle molle. Se per esempio un veicolo è di costruzione così leggera che il peso vuoto sia uguale alla metà del peso a pieno carico (rapporto fra carico e peso proprio = 1), il volume delle molle si dovrebbe poter ridurre alla metà. Siccome ciò non è possibile con le comuni molle d'acciaio, risulta che il molleggiamento del veicolo vuoto sembra troppo duro. Un molleggiamento a effetto variabile potrebbe invece essere ottenuto con dispositivi elettromagnetici.

Negli ultimi tempi sono state fatte numerose applicazioni del magnetismo e dell'elettromagnetismo per esercitare forze (organi di fissaggio delle macchine utensili, ecc.) o per contrastarle (alleggerimento di cuscinetti di alberi nel caso di elevato numero di giri, ecc.), oppure per contrastare movimenti (freni elettromagnetici). Gli sviluppi della tecnica in questo campo possono riuscire sorprendenti. Non è escluso che si possa giungere ad utilizzare il magnetismo anche per favorire il movimento, ossia per ottenere delle accelerazioni, sia nelle ferrovie normali durante l'avviamento per superare i limiti dell'aderenza, sia in ferrovie di tipo nuovo come quelle a solenoide già tanto discusse. Fra queste nuove applicazioni del magnetismo vi potrebbe dunque essere anche quella del molleggiamento.

Al contrario di quanto avviene per i veicoli stradali che incontrano notevoli irregolarità di livello, per quelli ferroviari, soggetti solo a piccole irregolarità, è utile uno smorzamento picco-

lissimo, poichè le accelerazioni per gli smorzamenti piccoli sono piccole. Per le automotrici rapide e leggere, con le alte velocità, interviene inoltre un'altra complicazione, poichè la durata dell'urto è collegata con la velocità.

La durata dell'oscillazione della molla è $T = \pi \sqrt{\frac{f}{g}}$. Assumendo un'inflessione f = 10 mm. si ha T = 0,1 sec. Alla velocità di 160 km/h con rotaie lunghe 15 m. si hanno circa 3 urti in un secondo ossia un urto ogni 0,33 sec. Risulta così che gli urti si verificano quando le oscillazioni

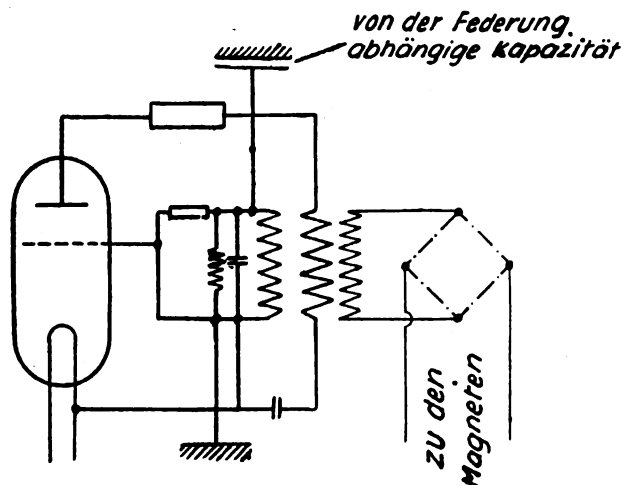
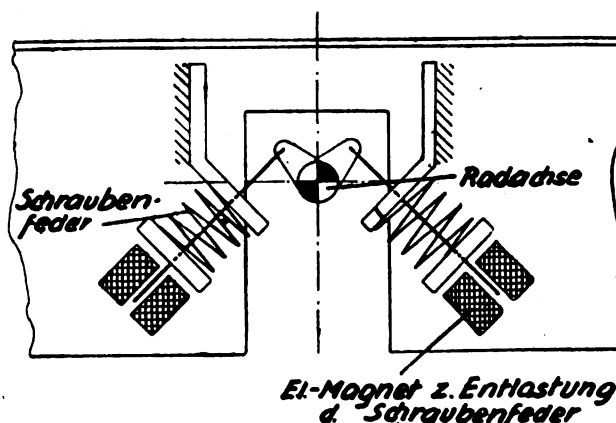
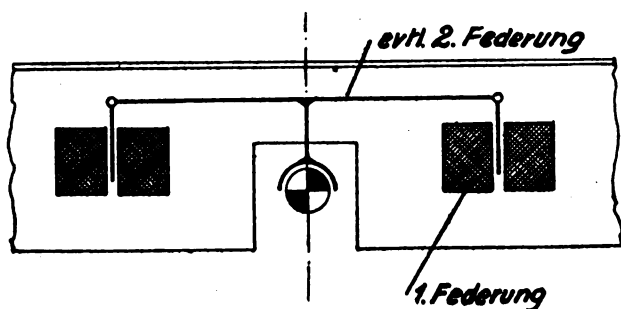
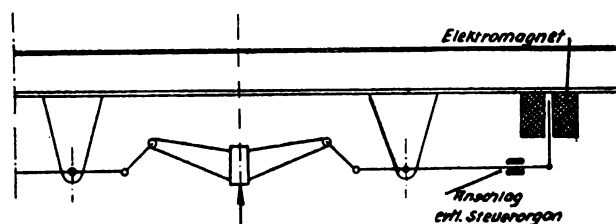



Fig. 1. Fig. 3. Fig. 2. Fig. 4.

sono finite. Assumendo un cedimento f = 100 mm. si ha T = 0,33 sec.; e quindi a 160 km/h con rotaie lunghe 15 m. risulta che gli urti intervengono quando le oscillazioni sono appena finite. Ma a 100 km/h si hanno 2 urti al sec. ossia 1 urto ogni ½ sec. ossia gli urti càpitano quando le oscillazioni sono finite da un pezzo.

Per tener conto di tutte queste circostanze si dovrebbe adottare un molleggiamento variabile e capace di assorbire gli urti prima che essi vengano trasmessi alla cassa. Ciò potrebbe ottenersi col molleggiamento magnetico.

I dispositivi di molleggiamento magnetico possono realizzarsi in modi diversi. Nel caso che si vogliano molleggiare solo gli assi, si avranno dispositivi semplici con semplice circuito elettrico. Per mezzo dell'elettromagnetismo si potrebbe anche compensare la forza centrifuga nelle curve.

Il dispositivo di regolazione può essere a comando pendolare, o magnetico, o piezoelettrico o a condensatori. La fig. 1 mostra uno schema di regolazione a capacità. La potenza occorrente per il molleggiamento degli assi di un veicolo del peso di 40 tonn. sarebbe di circa 50 Kw. La fig. 2 mostra lo schema di molleggiamento di un asse.

Se il molleggiamento elettromagnetico dovesse essere utilizzato soltanto per le alte velocità, ossia per diminuire la sollecitazione delle molle e farla corrispondere alla durata dell'urto, sarebbe adatto lo schema della fig. 3. La fig. 4 mostra lo schema per un asse nel caso che questo sia azionato da motore elettrico. — G. ROBERT.

(B. S.) Prove su motori ad induzione con avvolgimento in alluminio (*L'Elettrotecnica*, 25 giugno 1939).

L'A. rende conto di alcune prove comparative, eseguite presso l'I. E. N. G. F. (Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris) su motori ad induzione di piccole potenze a tensioni diverse (500 V., 220 V.) e frequenza di 50 Hz., con avvolgimenti statorici in alluminio e rame, e con rotore a gabbia in alluminio. I motori venivano confrontati con altri di identiche caratteristiche, ma con avvolgimenti in rame. Più precisamente le coppie di motori provati avevano le potenze di: 1,47 Kw.; 2,2 Kw. e 7,36 Ww. (tutti a quattro poli).

FIG. 1. — Caratteristiche di corrente, cos φ, giri al 1' e rendimento tracciate in funzione della potenza ricavata all'albero, per i 2 motori a 220 V. sperimentati. Le curve a tratto continuo sono relative al motore con avvolgimento statorico in alluminio; quelle punteggiate, a quello in rame.

Dall'esame dei diagrammi delle prove eseguite, (nelle figure 1 e 2 sono rappresentati quelli relativi ai due motori a 220 V., 2,2 Kw.) risulta quanto segue: i motori con avvolgimento in alluminio hanno rendimento inferiore di 0,1, 1, o, tutt'al più, 2 centesimi in una cerchia abbastanza vasta del valore nominale della potenza, rispetto a quella dei motori con avvolgimento in rame. Il rendimento peggiora perchè aumentano le perdite ohmiche; infatti si può dire che, al crescere delle dimensioni della macchina, le perdite ohmiche aumentano quando si impieghi un conduttore di alluminio invece che di rame, sempre considerando il caso in cui si mantengano identici il profilo magnetico e quindi le dimensioni della macchina nelle due alternative. Ora, mentre la diminuzione di rendimento può avere una importanza non essenziale dal lato economico, essa può essere molto dannosa nei riguardi della prestazione che il motore può dare: si deve infatti smaltire una maggiore quantità di calore. Tenuto per altro presente che il coefficiente di temperatura dell'alluminio è lievemente minore di quello del rame, e che inoltre l'isolamento ad ossido del conduttore in alluminio sopporta senza avariarsi un riscaldamento più alto che gli isolanti usuali di Classe A e B, ne consegue, che, impiegando conduttori di alluminio, si può ammettere una più alta temperatura di funzionamento senza scapito

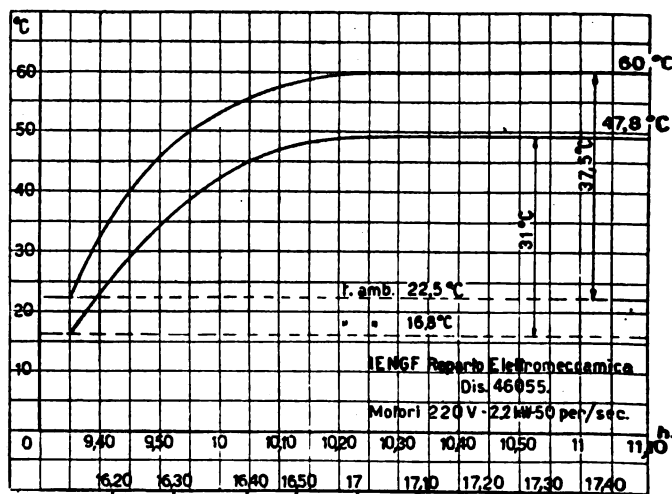



FIG. 2. — Curve di riscaldamento per i due motori a 220 V, confrontati. La curva superiore si riferisce al motore con avvolgimento statorico in alluminio, quella inferiore, a quello in rame.

del coefficiente di sicurezza per modo che la diminuzione di rendimento non implica sempre una riduzione di potenza, a parità di ferro, per le macchine con avvolgimenti in alluminio, entro certi limiti di potenza.

L'A. conclude che:

1) è da ritenersi senz'altro ammissibile l'impiego dell'alluminio invece del rame, negli avvolgimenti delle macchine elettriche;

2) per quanto non sia possibile determinare in maniera definitiva, date le circoscritte esperienze eseguite, in quali tipi di macchine e fino a quel limite superiore di potenza — per ogni tensione — sia conveniente dal punto di vista dell'economia generale l'impiego dell'alluminio, si può affermare che nei motori a 220 V. e fino a 500 V., e per potenze fino a una diecina di kilowatt, il conduttore di alluminio può sostituire favorevolmente il rame; nulla autorizza inoltre a credere che nelle macchine sperimentate il limite superiore di potenza sia stato toccato. — F. BAGNOLI.

(B. S.) Sull'economia e sulle possibilità di realizzazione delle grandi centrali generatrici aero-elettriche (*Elektrotechnische Zeitschrift,* 22 e 29 dicembre 1938; *Revue Generale de l'Electricité,* 19 agosto 1938).

Dopo aver trattato del regime dei venti in Germania ed esaminato le condizioni di esercizio delle centrali aero-elettriche e le spese di produzione dell'energia elettrica, l'A. illustra alcuni progetti di costruzioni meccaniche e di equipaggiamenti elettrici. Dall'articolo risulta che le grandi centrali generatrici aeroelettriche sono economicamente e tecnicamente realizzabili. È infatti possibile (se pure a costo di notevoli difficoltà) costruire torri metalliche elevate, capaci di resistere a tutte le sollecitazioni e di soddisfare a tutte le condizioni richieste per portare sulla cima generatori di corrente elettrica, di costruzione normale, oppure di tipo speciale, di cui l'A. dà una breve descrizione. Si presentano notevoli difficoltà per la regolazione della tensione e principalmente della frequenza (dato che si tratterà soprattutto di produrre corrente alternata trifase); tuttavia si potranno superare le difficoltà ricorrendo a raddrizzatori e a ondulatori. L'A. esamina anche il modo di esercitare queste centrali in maniera economica, utilizzandole principalmente per l'alimentazione di grandi stabilimenti adibiti a fabbricazioni specili. Per altro esse potrebbero essere utilizzate anche per l'alimentazione di reti di illuminazione o di distribuzione di forza motrice: in questo caso, però, soltanto in collegamento con altre centrali generatrici o con reti di compensazione. Le centrali aeroelettriche sarebbero convenienti soprattutto per i paesi poveri di combustibili (carbone o petrolio) e di forze idrauliche. Anche nei paesi ricchi di carbone, come la Germania, le centrali aeroelettriche permetterebbero di rendere disponibili per altri usi grandi quantità di carbone che attualmente servono agli impianti termoelettrici. — F. BAGNOLI.

(B. S.) Il condizionamento dell'aria nell'industria (*Engineering,* 9 giugno 1939).

Fra le varie ricerche scientifiche compiute dalla « Società Americana fra gli Ingegneri del riscaldamento e della ventilazione », particolarmente interessanti sono quelle relative al condizionamento dell'aria, in ispecie sotto l'aspetto fisiologico.

Per alcuni anni è stata posta grande cura nello stabilire una « zona di benessere », la cui base è costituita dall'osservazione che il benessere dipende sia dalla temperatura che dall'umidità, e che le alte temperature sono meglio tollerabili se congiunte a scarsa umidità e viceversa. Esiste in pratica una serie di combinazioni fra temperatura ed umidità alle quali per numerosi gruppi di individui corrisponde uguale benessere, a condizione che ci sia un movimento d'aria di 20 piedi/min. (0,10 m/sec.). Se si traccia una « linea del benessere costante » in funzione della temperatura e dell'umidità, estrapolando alla condizione umidità 100 %, per la quale le letture « a bulbo secco » ed « a bulbo bagnato » sono uguali, la temperatura corrispondente può essere indicata come « temperatura effettiva » e può essere usata come una misura delle condizioni rappresentate dalle altre temperature ed umidità.

Il significato del termine « temperatura effettiva » riesce evidente dall'esame della fig. 1, nella quale è riprodotta la ben nota « carta del benessere Asvhe ». Bisogna notare che le due zone di benessere invernale ed estivo si riferiscono agli abitanti degli S. U. e sono ulteriormente limitate agli ambienti, agli apparecchi di riscaldamento ed alla durata dell'esposizione dei soggetti le cui reazioni forniscono i dati statistici su cui la carta è basata. La linea estiva è a temperatura più alta di quella invernale perchè il pubblico è differentemente vestito nelle due stagioni ed è influenzato dalla resistenza acquisita alla temperatura stagionale.

I dati così stabiliti, essendo basati sulla sensazione di benessere provata da individui occupati in lievissimo lavoro fisico, possono essere utili per il progetto di impianti di condizionamento per fabbricati pubblici, uffici ecc. Essi non valgono però per individui soggetti a più o meno intenso lavoro fisico; in questo caso bisogna infatti tener conto della produzione personale di calore e, per alcune industrie, anche delle combinazioni di temperatura e di umidità prodotte dal proseguire del lavoro. La questione qui non consiste solo nel migliorare le condizioni dei lavoratori, ma anche nell'accertare in che modo la fisiologia dell'operaio reagisce alle condizioni necessariamente non confortevoli, e ciò allo scopo di regolare i periodi lavorativi e le pause in modo da ottenere un massimo livello di rendimento e di salute.

Il primo fianco d'attacco di questo problema era evidentemente la misura e l'analisi degli effetti fisiologici delle condizioni atmosferiche sgradevoli su persone eseguenti un lavoro fisico. Le prove eseguite possono essere considerate come un tentativo di stabilire sperimentalmente un punto critico al disotto del quale la maggioranza degli operai lavoranti ogni giorno per un periodo antimeridiano ed uno pomeridiano non presenta effetti dannosi alla salute alla fine della settimana.

Queste esperienze, compiute nel laboratorio di Pittsburgh su nove soggetti, consistettero nel sottoporre i soggetti stessi ad un ben determinato lavoro in camere mantenute a temperatura ed umidità costante. A intervalli venivano rilevati campioni del sangue per l'analisi ed il conteggio dei leucociti, e veniva determinata la capacità vitale misurando il massimo volume d'aria che il soggetto poteva espellere dai suoi polmoni in ogni espirazione. Altre osservazioni si riferivano al peso, alla pressione del sangue, all'andamento delle sistoli e diastoli, ed al metabolismo individuale (calorie per metro quadro di superficie del corpo e per ora).

Uno degli aspetti più interessanti dei risultati delle prove si riferisce all'effetto sulle caratteristiche fisiologiche prodotto dalla durata dell'esposizione specialmente per gli ambienti molto caldi. Un esempio tipico è riprodotto in fig. 2 ove sono riportate le osservazioni fatte su uno dei soggetti che, dopo essere rimasto un'ora nella camera di controllo, fu sottoposto ad un lavoro fisico tipico in un ambiente tenuto alla temperatura effettiva di 90 gradi F. (32° C.) col 75 % d'umidità relativa. Riferendosi alla fig. 1 si vede che questa temperatura effettiva corrisponde ad una temperatura « a bulbo secco » di circa 95 gr. F. (35° C.) e che la sua posizione è tanto distante anche dalla zona di benessere estivo che molti la considererebbero insopportabile. Dalla figura si rileva che il soggetto fu della stessa opinione, poichè il suo apprezzamento a 6 gradi di sensazione di calore indica che le sue sensazioni durante le 4 ore della prova furono di un calore insopportabile. Anche la traspirazione fu copiosissima; il peso e la capacità vitale decrebbero notevolmente, mentre aumentò progressivamente la frequenza delle pulsazioni.

Anticipando una conclusione generale tratta dalla serie delle prove diremo che gli autori ritengono che la temperatura effettiva critica per la sicurezza della salute sia quella che produce un aumento massimo di 1,5 gr. F. (1° C.) nella temperatura del corpo e di 28 pulsazioni al minuto, oppure un aumento medio per un gruppo di lavoratori di 0,5 gr. F. (0,3° C.) e 12 pulsazioni al minuto.

Un altro importante risultato è questo: l'influenza del crescente rigore dell'esposizione per un tempo costante è simile a quella di un tempo crescente per condizioni d'ambiente costanti.

E' risultato inoltre che, fra tutte le reazioni fisiologiche osservate nel corso delle prove, l'au-

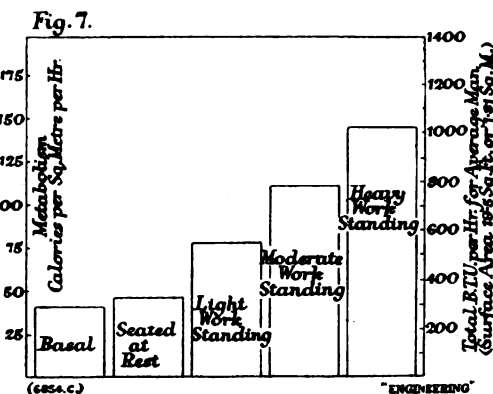
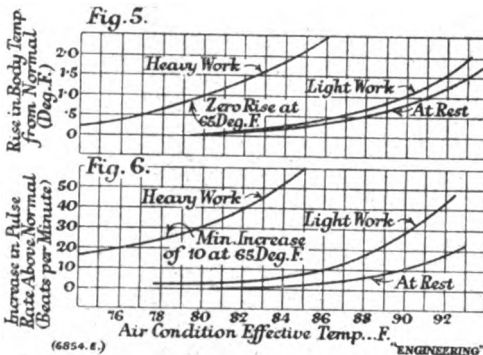
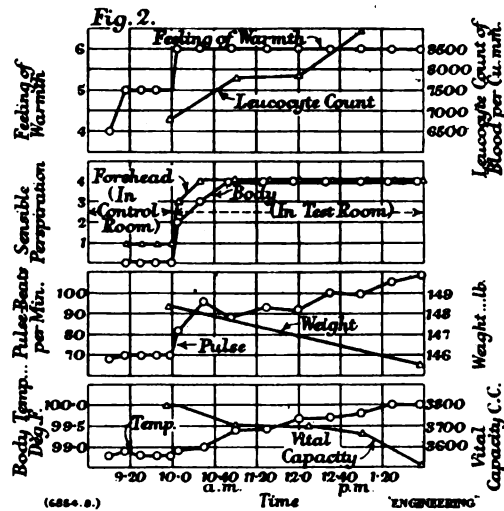
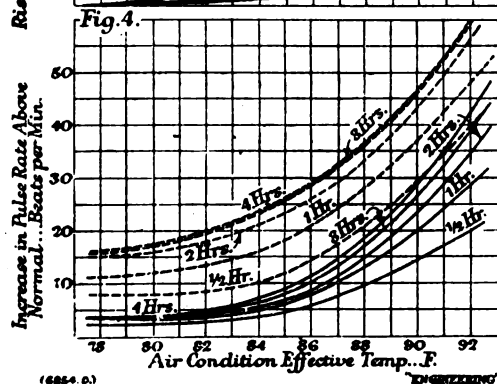
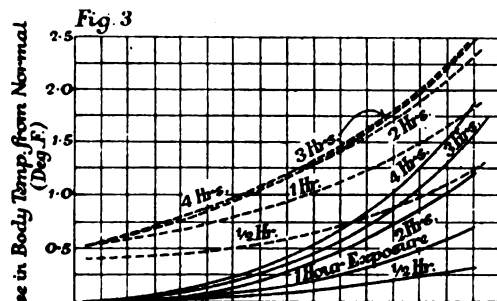
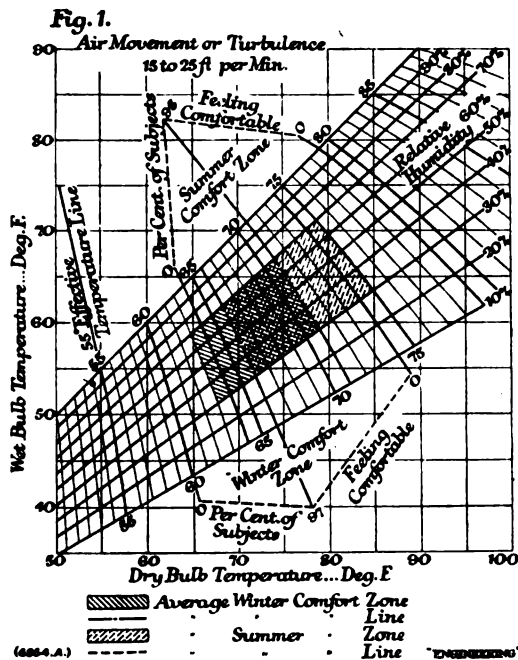



FIG. 1. — Air Movement = Movimento dell'aria o turbolenza: da 15 a 25 piedi/mm. — Wet Bulb Temp. = Temper. a bulbo bagnato Gr. F. — Dry Bulb. Temp. = Temper. a bulbo secco Gr. F. — Average Winter = Zona del benessere invernale medio. — Average Winter = Linea del benessere invernale medio. — Average Summer = Zona del benessere estivo medio. — Average Summer = Linea del benessere estivo medio. — 55 Effective Temp. = Linea della temp. effett. di 55 gr. F. — Per cent of subjects feelings comfortable = Percentuale dei soggetti che si sentono in condizioni gradevoli. — Summer Comfort Zone = Zona del benessere estivo. — Winter Comfort Zone = Zona del benessere invernale. — Relative umidity = Umidità relativa.

FIG. 2. — Body Temp. deg. F. = Temp. del corpo gr. F. — Pulse beats per M. = Frequenza delle pulsazioni al min. — Sensible Perspiration = Traspirazione sensibile. — Felling of Warmth = Sensazione di calore. — Leucocyte Count of blood = Numero dei leucociti per mmc. — Forehead (in control Room) = Fronte (in camera di controllo). — Body (in Test Room) = Corpo (in camera di prova). — Pulse = Polso. — Weight = Peso (libbre). — Vital Capacity = Capacità vitale c. c.

FIG. 3. — Rise in Body Temp. = Aumento nella temp. del corpo, oltre il normale (gr. F.). — Hrs = Ore d'esposizione.

FIG. 4. — Increase in Pulse = Aumento nella frequenza del polso oltre il normale - pulsazioni al Min. — Air Condition Eff. = Temperatura effettiva del condizionamento Gr. F.

FIGG. 5-6. — Heavy Work = Lavoro pesante. — Light Work = Lavoro leggero. — At Rest = In riposo.

FIG. 7. — Metabolism = Metabolismo (Calorie per mq. di superf. del corpo). — Basal = Base. — Seated at rest = Seduto in riposo. — Light v. = In piedi: lavoro leggero. — Moderate = In piedi: lavoro moderato. — Heawy = In piedi: lavoro pesante.

mento della temperatura del corpo e quella del numero delle pulsazioni rappresentano i più consistenti ed esatti indici dell'effetto dell'esposizione: si può quindi concludere che ogni limitazione sia della durata che del rigore dell'esposizione può sicuramente ed opportunamente essere basata su questi elementi. E' una fortuna che sia così, perchè la misura delle pulsazioni, per esempio, può essere presa con grande semplicità da un qualsiasi sorvegliante.

In relazione a quest'ultimo argomento, ricordando che lo scopo delle ricerche era appunto di fornire informazioni per stabilire le più soddisfacenti condizioni di lavoro per operai, impiegati ecc. gli autori hanno tracciato le curve della fig. 3 e 4 che rendono possibile stabilire la relazione fra la durata dell'esposizione e la temperatura effettiva, mediante la semplice misura dell'aumento di frequenza delle pulsazioni oppure della temperatura del corpo. In ogni diagramma vi sono due serie di curve: quelle continue rappresentano le condizioni medie per un gruppo di operai e quelle tratteggiate rappresentano le reazioni massime per un lavoratore che reagisca favorevolmente al calore. Gli autori però fanno speciali raccomandazioni circa l'uso dei diagrammi.

Un ulteriore importante aspetto dei risultati riguarda l'effetto del grado di pesantezza del lavoro, accertato mediante altre prove eseguite su persone inattive e su persone soggette a lavoro pesante. Le figg. 5 e 6 permettono di confrontare le condizioni degli operai dopo tre ore. Si nota la grande influenza del lavoro pesante. Gli stessi effetti si notano nel metabolismo, come appare dalla fig. 7.

Il lavoro compiuto dalla Società Americana è di grande interesse e, sia pure con alcune limitazioni, è di applicabilità immediata. I risultati concordano con quelli di analoghe ricerche condotte in Inghilterra. Si è però deciso di continuare gli studi e di estenderli. Si spera che, alla fine, le ricerche permettano di codificare le temperature critiche e le condizioni d'umidità per ciascuna industria, allo scopo di mettere in grado gli ingegneri di scegliere il più opportuno sistema di condizionamento dell'aria. — G. ROBERT.

(B.S.) La ferrovia Haiphong-Yunnan Fu (*Engineering*, 23 giugno 1939).

La principale via di comunicazione fra il mare della Cina e la provincia cinese del Yunnan è oggi costituita dalla ferrovia che congiunge il porto di Haiphong, nell'Indocina francese, con la città di Yunnan Fu, situata a 1900 m. d'altitudine. La costruzione di questa ferrovia fu decisa con una convenzione stipulata fra Cina e Francia nel 1893 e ratificata nel 1903; i vari tronchi furono compiuti fra il 1903 e il 1910.

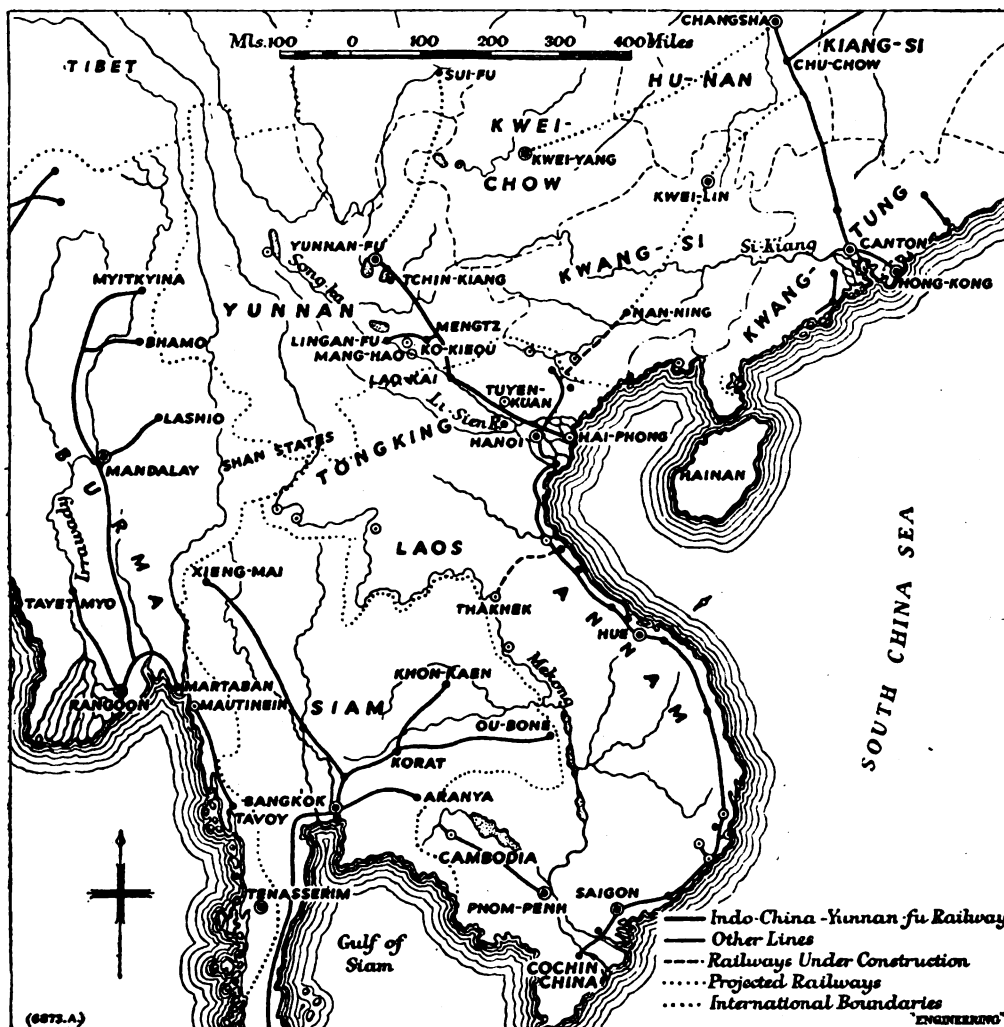
Come le altre linee dell'Indocina, del Siam e del Burma, la linea in parola ha lo scartamento di un metro. Le rotaie del tipo Vignole sono lunghe 31 piedi e 6 poll. (circa m. 9,60) e sono sostenute da 12 traverse d'acciaio posate su massicciata di pietrisco: solo un tronco di 65 miglia (104 km.) è costituito con massicciata di ghiaia. Il minimo raggio delle curve fu stabilito in 330 piedi (m. 100) e la massima pendenza 1 : 40 (25 ‰), con riduzioni di pendenza nelle curve strette.

Per le prime 106 miglia (170 km.), la ferrovia attraversa, nell'Indocina, il delta alluvionale del Fiume Rosso, con tracciato favorevole, sostenuta da numerosi rilevati e viadotti in ferro. Per le successive 140 miglia (225 km.) la linea corre attraverso le basse colline che fiancheggiano il Fiume Rosso, e necessariamente presenta curve di raggio inferiore a 100 m., mentre però le pendenze non superano il 14 ‰. Nel successivo tronco montano dello Yunnan, lungo 290 miglia (466 km.), vi sono invece lunghe rampe e molte curve strette. L'inizio di questo tronco è a Laokai, situata a 260 piedi d'altitudine (80 m.), ove la linea entra nella valle del Fiume Namti, affluente del Fiume Rosso. La vallata del Namti ha presentato eccezionali difficoltà costruttive, a causa delle sue gole selvagge, della densa vegetazione da jungla e delle condizioni assai insalubri: fu necessario impiantare un binario di servizio per il trasporto dei materiali e ciò limitò necessariamente le dimensioni di questi. Per tal motivo le travi dei ponti furono montate con

pezzi non più lunghi di m. 2,50 e non più pesanti di 100 kg. Il viadotto più importante è situato presso il km. 83, è lungo 153 m. ed è disposto in curva di 100 m.

Al km. 111 la ferrovia interseca il fiume Pei Ho per mezzo del ponte rappresentato nelle figg. 2 e 3. Tale ponte è situato fra due gallerie, e siccome queste sono in curva, non era possibile

FIG. 1.

lanciare un'unica travata rettilinea composta di una sola campata; così fu deciso di costruire una travata multipla sopportata da un arco a tre cerniere: due appoggi sul centro delle semiarcate suddividono la travata in campate non più lunghe di 70 piedi (21 m.).

All'inaugurazione la linea comprendeva 3422 ponti, 1500 muri di sostegno, e 155 gallerie. Il costo medio fu di 355.000 franchi oro per chilometro. A causa delle caratteristiche del suolo e delle pioggie torrenziali estive, si rendono necessari continui lavori di manutenzione: attualmente il numero dei ponti è salito a 3628, di cui 107 con luce superiore a 65 piedi (20 m.), e quello delle gallerie a 172.

Al presente la Ferrovia dispone di 80 locomotive a vapore e di 7 automotrici di cui 5 tipo Decauville con motore Diesel, usate nel tratto dell'Indocina e due del tipo Michelin, utilizzate nel tratto dello Yunnan. La massima velocità per tutte le automotrici è di 56 miglia/ora (90 km/h.). Le due automotrici Michelin mantengono un servizio bisettimanale fra Laokai e Yunnan

Fu in coincidenza con un treno notturno proveniente da Hanoi e provvisto di vetture-letto: in tal modo è possibile superare l'intera distanza fra Hanoi e Yunnan Fu, ossia 430 miglia (692 km.), in meno di 23 ore. Il resto del materiale mobile comprende 207 vetture passeggeri a carrelli, 750

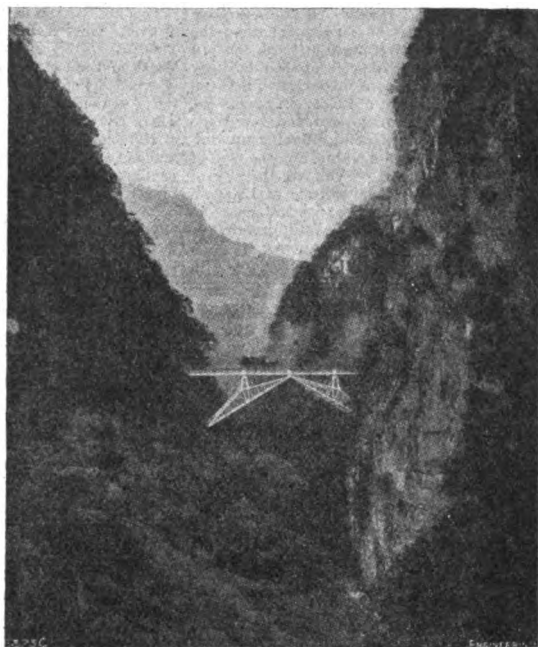
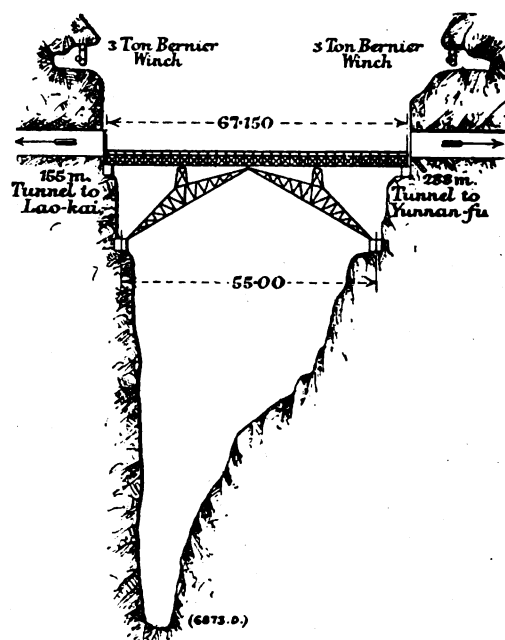



Fig. 2. Fig. 3.

carri a due assi della portata di 10 tonn. e 153 carri a carrelli della portata di 20 tonn. Praticamente tutti i veicoli sono provvisti di freno a vuoto ed a mano.

I risultati finanziari della Ferrovia sono sempre stati favorevoli, essendo le entrate sempre superiori alle spese: gli utili vengono suddivisi fra la Compagnia ed il Governo coloniale in un rapporto fisso. — G. Robert.

Formano oggetto di recensione i libri inviati alla Rivista in doppio esemplare. Quelli che pervengono in semplice esemplare sono soltanto registrati nella Bibliografia mensile.

Ing. Nestore Giovene, *direttore responsabile*

Stabilimento Tipografico Armani di M. Courrier – Roma, via Cesare Fracassini, 60

BIBLIOGRAFIA MENSILE FERROVIARIA

DICEMBRE 1939-XVIII

I. - LIBRI

LINGUA ITALIANA

1939 385 . (09 (.45)

F. Tajani. Storia delle ferrovie italiane. Milano, Garzanti (230×150), pag. 280, con fig.

625 . 285
1939 621 . 431 . 72

A. Costantini. Automotrici ferroviarie. Vol. I. Cenni descrittivi sulle automotrici e sui motori. Roma, Collegio Ingegneri Ferroviari (240×170), pag. 546, fig. 457.

1939 351 . 712 (.45)

G. Palange. I sistemi e le procedure d'appalto - Teoria e pratica. Bari, Laterza (165×105), pag. 298.

1939 669 . (71+72)

Società Metallurgica Italiana. Le leghe leggere. Milano (205×145), pag. 208, fig. 31.

1939 526 . 9

G. Cassinis. V Congresso internazionale di fotogrammetria. Roma, Ist. Pol. dello Stato (265×185), pag. 5.

1939 518

T. Viola. Notizie sull'Istituto Nazionale per le applicazioni del calcolo. Roma, Consiglio Naz. delle Ricerche (250×175), pag. 30, fig. 5.

LINGUA FRANCESE

1939 621 . 791

Les soudures par résistance électrique. La résistance mécanique des points soudés et des tôles assemblées. Étude théorique et expérimentale du Laboratoire de connaissance des matériaux de l'Université libre de Bruxelles. Bruxelles, A. de Boeck (240×160), pag. 86, con fig.

1939 624 . 013 . 04 : 621 . 791

Vandeperre e. Joukoff. Le calcul des costructions soudées. Bruxelles, A. de Boeck, pag. 275, con fig. e tavole.

621 . 431 . 72
1939 621 . 436 . (02

O. Adams e Ch. Schimpf. Traité élémentaire du moteur Diesel fixe, marin, d'automobiles et de locomotives. Fonctionnement. Construction. Entretien. Paris, Dunod (250×165), pag. 650+XXI, fig. 53.

LINGUA INGLESE

1939 624 . 2 . 04

D. Y. Hill. Bridge calculation and design. London, Griffin.

1939 621 . 436 . (02

J. Rosbloom. Diesel hand book. 6ª edizione. Jersey. Diesel Eng. Institute (175×125), pag. 720, con fig.

1939 533 . 6

L. Bairstow. Applied aerodynamics. London, Longmans.

II. - PERIODICI

LINGUA ITALIANA

Rivista Tecnica delle Ferrovie italiane.

1939 385 . (092 (.45)

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 207.

La nomina dell'Ing. Luigi Velani a Senatore, pagine 1, fig. 1.

1939 656 . 22 (.45)
625 . 285 (.45)

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 208.

Carli C. e Rissone S. Gli elettrotreni serie ETR 207-214 e il primato mondiale di velocità sul percorso Firenze-Milano, pag. 19, fig. 17, tav. I.

1939 625 . 232 . 3 (.45)

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 226.

Del Guerra G. Carrozze ristorante-bar delle Ferrovie dello Stato, pag. 5, fig. 8.

621 . 135 . 4
1939 625 . 2 . 036

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 231.

Robert G. Osservazioni circa il metodo di Roy per lo studio della circolazione dei veicoli in curva, pagine 8, fig. 8.

1939 385 . 11

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 238 (Informazioni).

Le condizioni finanziarie delle ferrovie del Lötschberg, pag. ½.

1939 628 . 972 : 625 . 23 (.73)

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 239 (Libri e Riviste).

L'illuminazione delle carrozze ferroviarie in America, pag. 1 ½, fig. 2.

1939 625 . 144

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 240 (Libri e Riviste).

Miglioramento dei tracciati dei binari di stazione col metodo delle frecce, pag. 2, fig. 2.

1939 621 . 135 . 2

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 242 (Libri e Riviste).

Prove su sale di locomotive, pag. 1, fig. 1.

1939 666 . 16

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 243 (Libri e Riviste).

Vetri polarizzatori della luce per le finestre dei treni, pag. ½, fig. 1.

385 . 113
1939 656 . 22

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 244 (Libri e Riviste).

Il costo della velocità dei treni, pag. 1 ½.

1939 627 . 13

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 245 (Libri e Riviste).

Il Tevere a valle di Orte e i laghi dell'alto e medio Lazio, pag. 1, fig. 1.

1939 621 . 315 . 175

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 246 (Libri e Riviste).

La formazione dei manicotti di ghiaccio sulle linee di trasmissione. Un rimedio basato sul riscaldamento elettrico dei conduttori durante il servizio, pagina 1 ½, fig. 3.

1939 621 . 332 . 23 . 025 . 6

Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 248 (Libri e Riviste).

La protezione contro le corrosioni elettrolitiche e le nuove raccomandazioni del C.C.I.T., pag. 2 ½, fig. 1.

Annali dei Lavori Pubblici.

531 . 8

1939 624 . 042 . 8

Annali dei Lavori Pubblici, ottobre, pag. 1038.

E. ODDONE. Le oscillazioni e vibrazioni nel suolo, nei fabbricati e nelle macchine, pag. 13, fig. 19.

1939 625 . 165

Annali dei Lavori Pubblici, ottobre, pag. 1059.

Opere di viabilità ordinaria alla Stazione di Treviso, pag. 7, fig. 13, tav. I.

La Metallurgia Italiana

1939 669 . 14

La Metallurgia Italiana, settembre, pag. 571.

O. MASI. La sostituzione autarchica dei correttivi nella fabbricazione degli acciai speciali, pag. 16, fig. 10.

1939 669 — 142

La Metallurgia Italiana, settembre, pag. 598.

W. HAKES. L'importanza economica della colata centrifuga, pag. 2 ½, fig. 4.

LINGUA FRANCESE

Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer

1939 656 . 222 . 1

Bull. du Congrè des ch. de fer, ottobre, pag. 999.

WIERNER (L.). Vitesse et services des trains en 1939. (*A suivre*), pag. 21, fig. 3.

1939 621 . 392 (.44), 621 . 138 . 5 (.44 & 625 . 26 (.44)

Bull. du Congrès des ch. de fer, ottobre, pag. 1020.

LABORIE (R.). La soudure électrique par résistance dans les ateliers de réparation du matériel de la Société Nationale des Chemins de fer français, pag. 19, fig. 15, tav. 7.

1939 621 . 43 (.44)

Bull. du Congrès des ch. de fer, ottobre, pag. 1039.

TOURNEUR (CH.). Les moteurs Diesel français pour autorails de grande puissance, pag. 8, fig. 8.

1939 625 . 17 (.73)

Bull. du Congrès des ch. de fer, ottobre, pag. 1047.

L'entretien de la voie en alignement et en plan dans les conditions d'exploitation actuelles, pag. 7.

1939 621 . 137 & 621 . 138

Bull. du Cóngrès des ch. de fer, ottobre, pag. 1054.

COMPTE RENDU BIBLIOGRAFIQUE. The locomotive running department (*Le service des dépôts de locomotives*), par J. G. B. SAMS, pag. ½.

1939 656 (.44)

Bull. du Congrès des ch. de fer, ottobre, pag. 1054.

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE. Code de la coordination des transports ferroviaires et routier, pag. 1.

1939 385 . (06 . 111

Bull. du Congrès des ch. de fer, ottobre, pag. 1056

DOCUMENTS OFFICIELS. Liste des Membres de la Commission Permanente de l'Association internationale du Congrès des Chemins de fer (6 juillet 1939), pag. 4,½.

Revue Générale des Chemins de fer.

1939 625 . 111 (691)

Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 145.

GENDREAU. La plus récente voie ferrée ouverte à l'exploitation à Madagascar (Fianarantsoa-Côte Est), pag. 11, fig. 21.

1939 385 . 58 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 156.

TISNÈS. Application des Machines à Statistiques à l'établissement de la solde du personnel de l'Exploitation de la Région du Nord, pag. 12, fig. 4.

1939 621 . 138 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 168.

VARLET et LHOTTE. Le dépôt et les garages des « Joncherolles », pag. 16, fig. 20.

1939 385 . 064 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 184.

Informations. — L'Exposition du Progrès Social à Roubaix, pag. 2, fig. 2.

1939 385 . 061 . 6

Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 186.

Informations. — Session annuelle des Commissions de l'Union Internationale des Chemins de Fer, pag. 2.

1939 621 . 134 . 3 (73)

Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 188.

Les Chemins de fer à l'étranger. Distribution à soupapes système Franklin pour locomotives américaines, pag. 1,¼, fig. 1.

1939 621 . 431 . 72 . 2 (494)

Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 189.

Les Chemins de fer à l'étranger. Locomotives Diesel pour la Suisse, pag. 1,½, fig. 2.

1939 625 . 276

Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 191.

Les Chemins de fer à l'étranger. Machines à laver les châssis et bogies de véhicules, pag. 1,½, fig. 2.

1939 625 . 212 . 22

Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 192.

Les Chemins de fer à l'étranger. Plaques de butée pour boîte d'essieux, pag. 1, fig. 3

1939 625 . 272

Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 193.

Les Chemins de fer à l'étranger. Déchargement de wagons tombereaux pour le transport de charbon ou de minéral, pag. 1, fig. 2.

1939 625 . 215
Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 194.
Les Chemins de fer à l'étranger. Les bogies de voitures de types récents, pag. 2, fig. 4.

1939 621 . 78
Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 196.
Les Chemins de fer à l'étranger. Essais de corrosion de feuillards d'acier, pag. 1, fig. 1

1939 621 . 791
Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 197.
Les Chemins de fer à l'étranger. La soudure Thermit, pag. 1, fig. 3.

1939 656 . 254
Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 198.
Les Chemins de fer à l'étranger. Nouvelle signalisation sur le Pont de San-Francisco, pag. ½.

1939 625 . 144
Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 198.
Les Chemins de fer à l'étranger. Pose mécanique de la Voie sans interruption de trafic, pag. ½.

LINGUA TEDESCA

Elektrotechnische Zeitschrift.

1939 625 . 3 (09)
Elektrotechnische Zeitschrift, 5 e 7 ottobre, pag. 1149 e 1177.
H. Kother. Aus der Entwicklung der Schnellbahnen, pag. 5, fig. 5.

1939 621 . 335 . 2 — 833 . 6
Elektrotechnische Zeitschrift, 16 novembre, pag. 1313.
W. Feill. Diesel-elektrische Fahrzeugantriebe, pag. 5, fig. 8.

1939 621 . 33 (43 + 436)
Elektrotechnische Zeitschrift, 23 e 30 novembre; pag. 1325 e 1363.
O. Michel. Die elektrische Zugförderung im Grossdeutschen Reich, pag. 10, fig 15.

1939 621 . 335 . 42 . 07: 621 . 337 . 5
Elektrotechnische Zeitschrift, 23 novembre, pag. 1345.
Elektrisch gestewerte Triebwagenbremsen.

1939 621 . 367 : 621 . 791 . 736 . 2
Elektrotechnische Zeitschrift, 30 novembre, pag. 1361.
O. Wundram. Selbstättige Mehrstellen. Stumpfschweissmaschine für den kraftwagenbau, pag. 1,½, fig. 3.

Schweizerische Bauzeitung.

1939 624 . 15
Schweizerische Bauzeitung, 5 agosto, pag. 66.
E. Meyer-Peter e R. Haefeli. Fundationen. Baugrunduntersuchungen, pag. 6, fig. 15.

621 . 431 . 72
1939 625 . 285
Schweizerische Bauzeitung, 12 agosto, pag. 84.
Der Triebwagentyp « Jurapfeil » der S. B. B. pag. 1, fig. 2.

LINGUA INGLESE

Engineering.

1939 621 . 165
Engineering, 8 settembre, pag. 275.
A. C. Walshaw. Heat flow diagrams of steam turbine plant, pag. 1, fig. 1.

1939 621 . 431 . 72
Engineering, 15 settembre, pag. 311.
Diesel locomotive for mining work, pag. 1, fig. 3.

The Railway Gazette

1939 621 . 133 . 2
The Railway Gazette, 1° settembre, pag. 315.
E. C. Poultney. The proportions of locomotive boiler tubes, pag. 3,½, fig 3.

1939 621 . 431 . 72
The Railway Gazette, Diesel Railway Traction Supplement, 1° settembre, pag. 138.
Diesel Traction on the Belgian National Railways, pag. 7, fig. 13 (continua).

The Engineer.

1939 621 . 13 . 018
The Engineer, 4, 11, 18 agosto, pagg. 134, 162, 181.
Locomotive research and development, pag. 6,½, fig. 5.

1939 621 . 132 (. 493)
The Engineer, 18 agosto, pag. 189.
Belgian « Atlantic » locomotives, pag. 1, fig. 4.

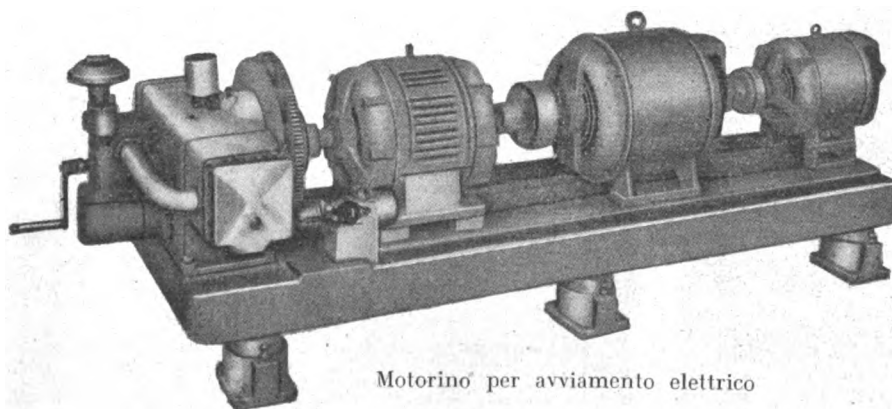
1939 625 . 143 . 48
The Engineer, 18 agosto, pag. 191.
Tests of welded rail joints, pag. ½.

Railway Age.

621 . 132 . 63
1939 621 . 431 . 72
Railway Age, 23 settembre, pag. 436.
General American replaces steam with Diesel Switchers, pag. 2, fig. 3.

621 . 33
1939 625 . 28
Railway Age, 23 settembre, pag. 440.
Evolution from steam to electric traction, pag. 4, fig. 6.

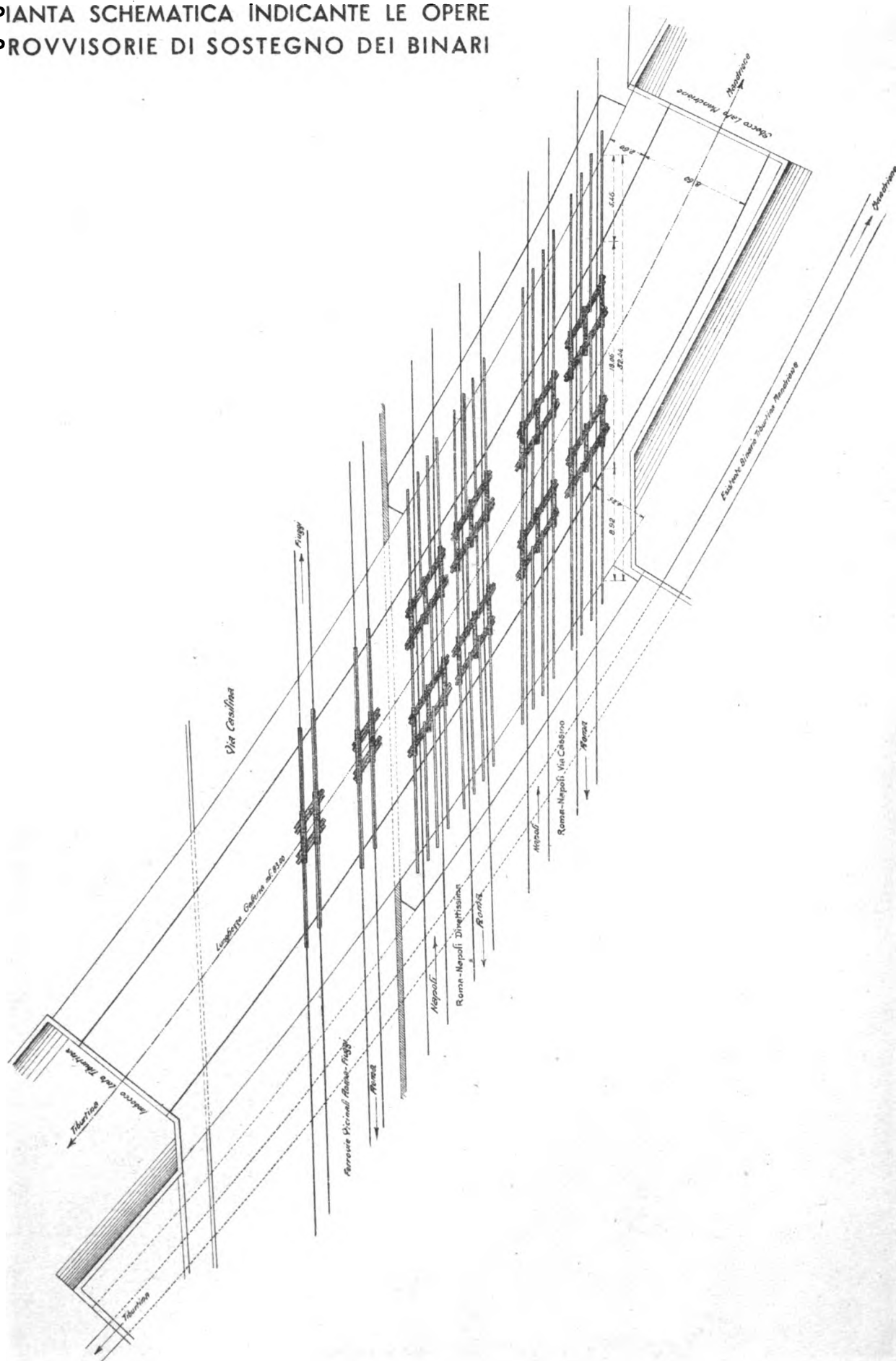
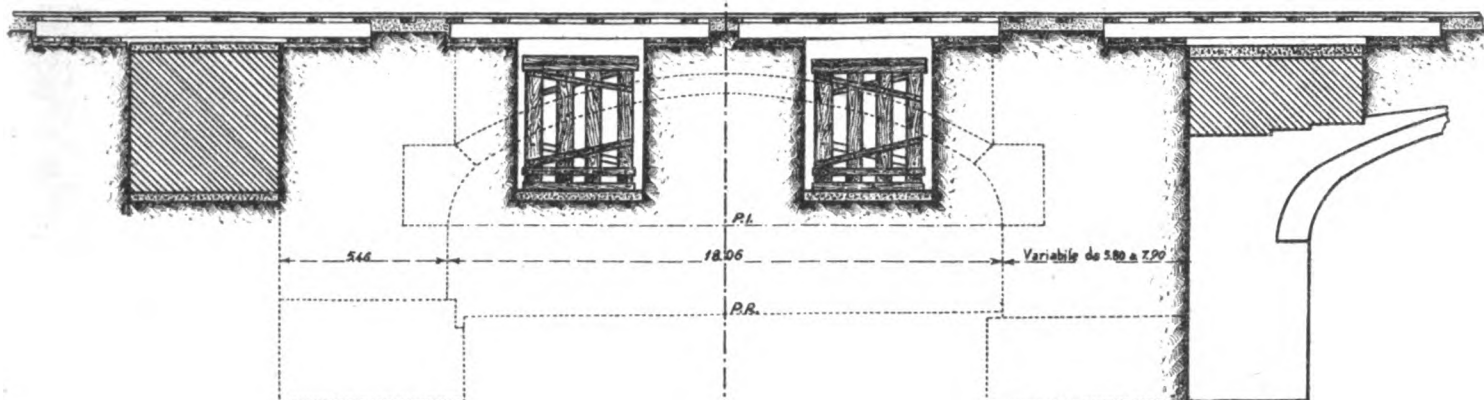
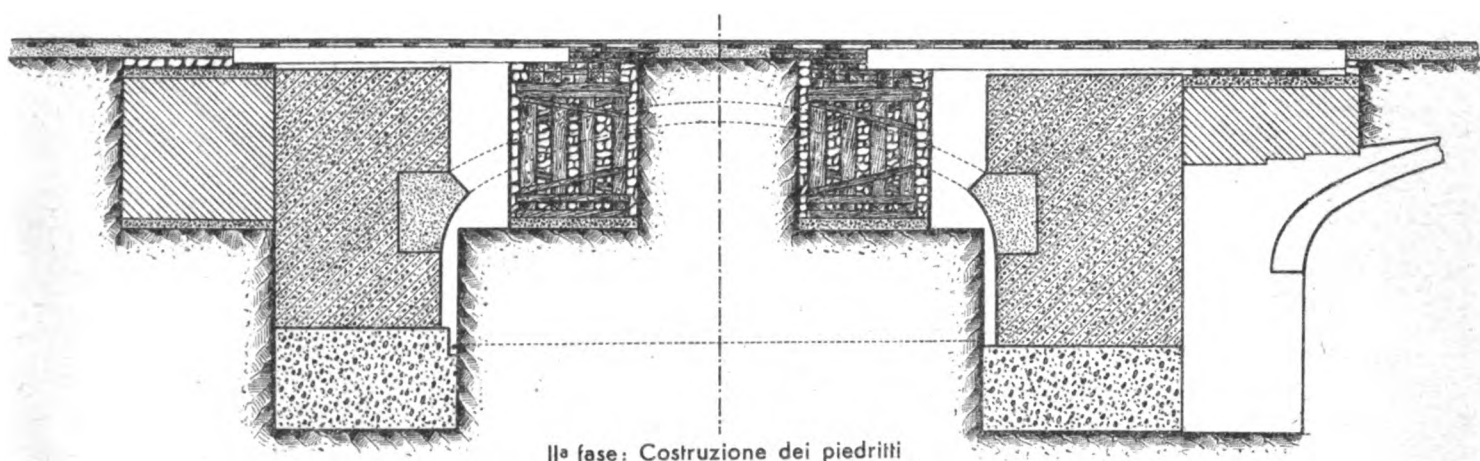
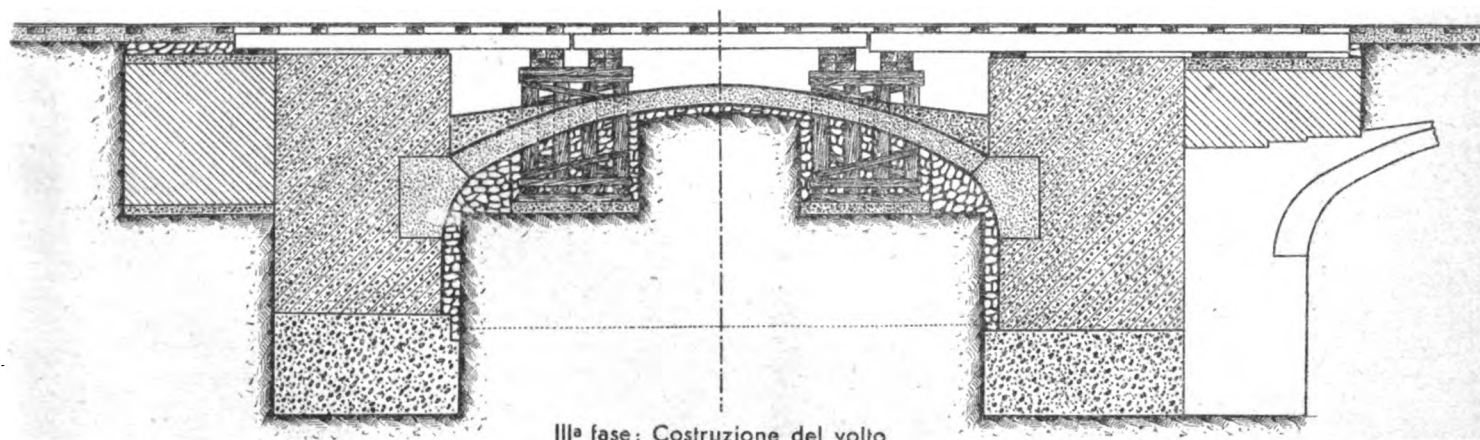
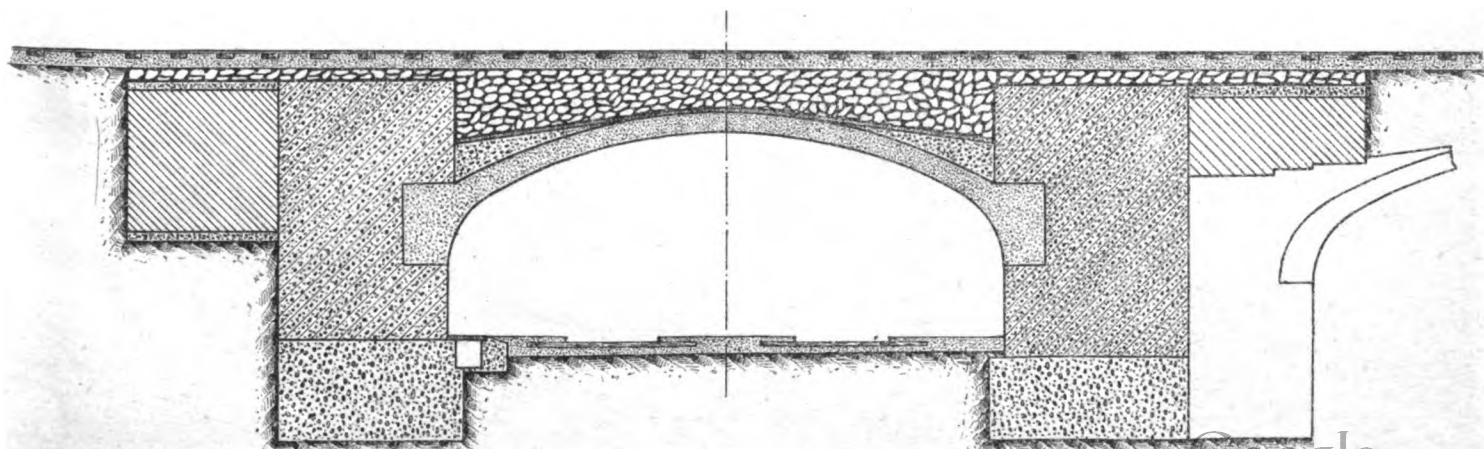
1939 625 . 232 . 3 (. 73)
Railway Age, 30 settembre, pag. 469.
Pennsylvania receives diners from three builders. Light — weight cars characterized by simple, but colorful interiors.
— pag. 470. Low-alloy steel cars built by American car and Foundry Co. Pennsylvania diners of high — tensile pressed — steel members and welded construction result in car weighing 113.240 lb. light.
— pag. 476. Budd-built cars of stainless steel — Entire structure of five Pennsylvania diners of pressed and drawn stainless — steel frame members and sheets, except end-sill castings.
— Pullman — standard builds aluminium — alloy cars. Five modern Pennsylvania diners made largely of this material weigh 113. 300 lb. each.
In tutto pag. 16, fig. 29.

1939 656 . (221 + 224)
Railway Age, 14 ottobre, pag. 559.
Statistics prove success of streamliners, pag. 19, con fig.

Motorino per avviamento elettrico

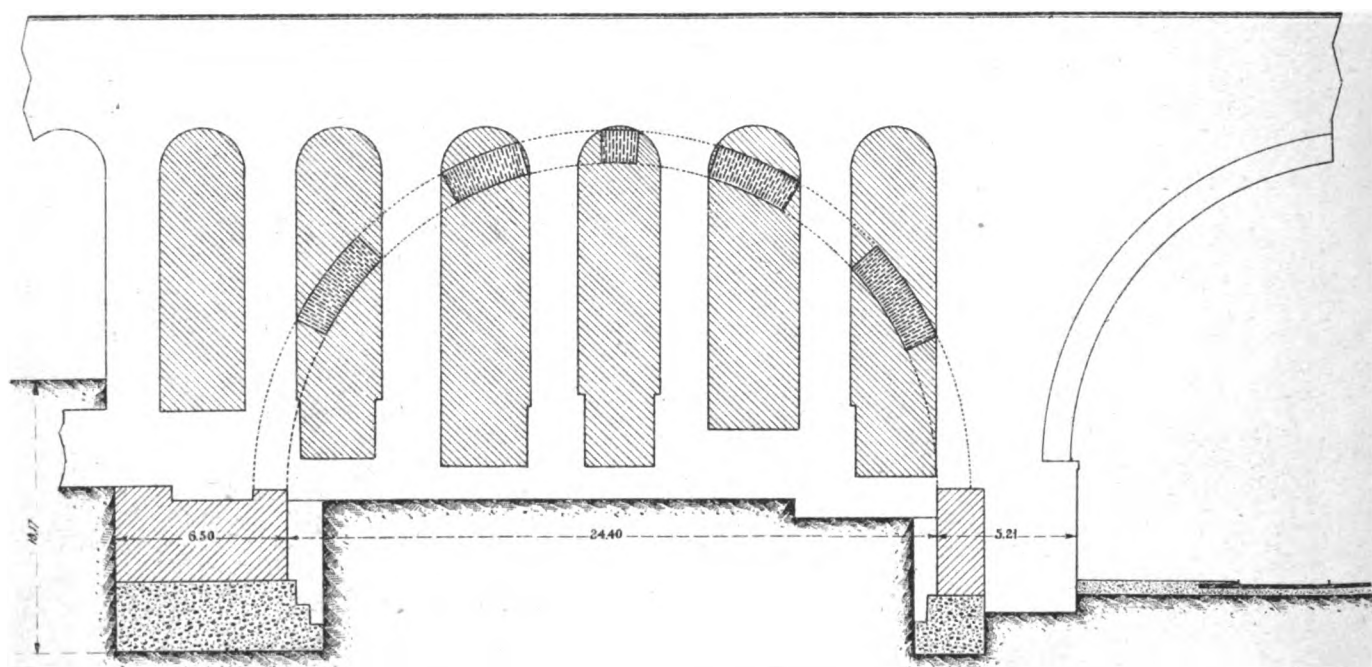
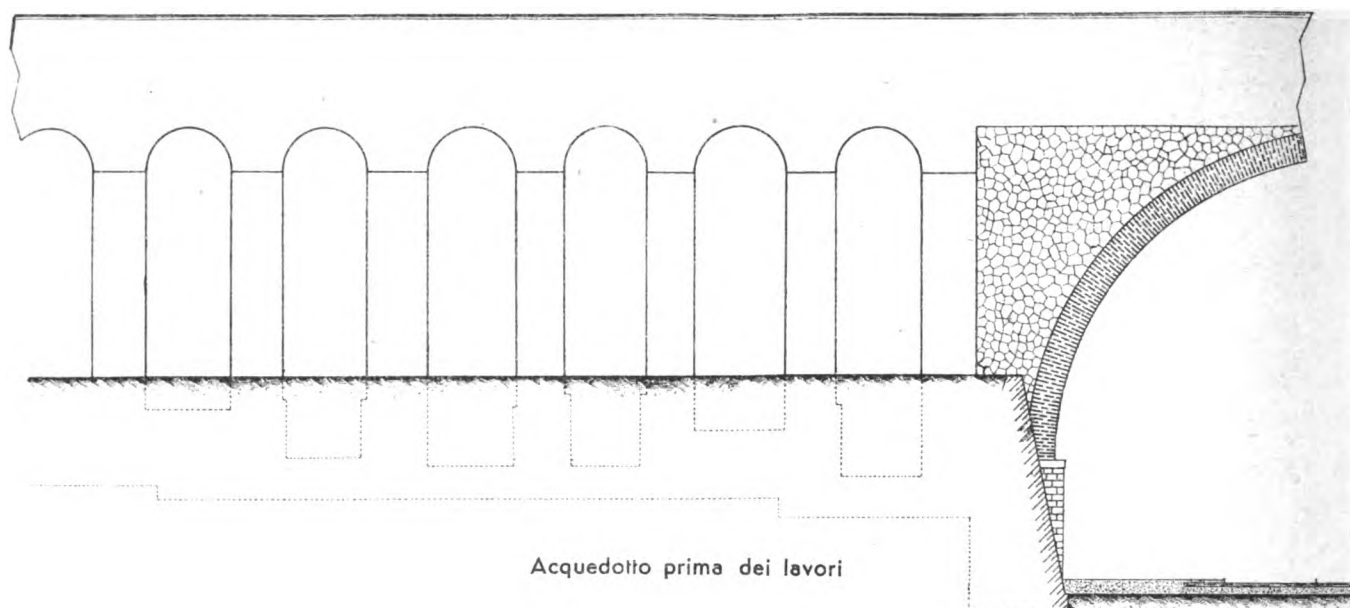
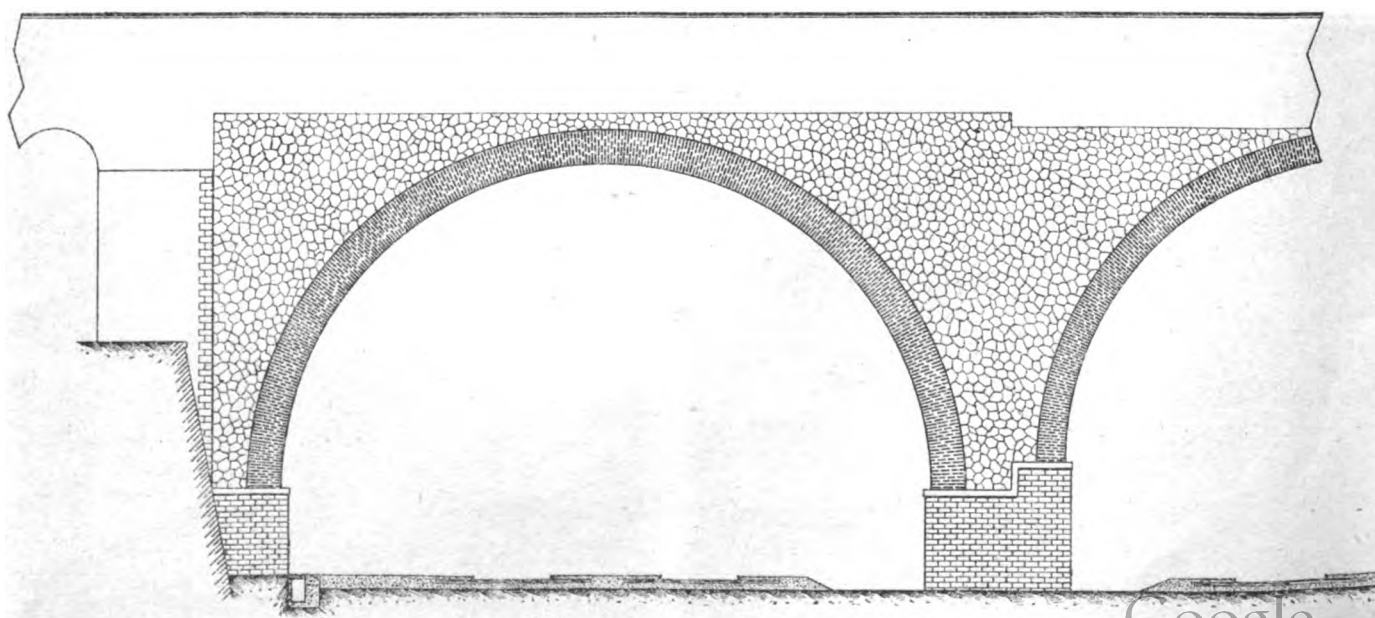
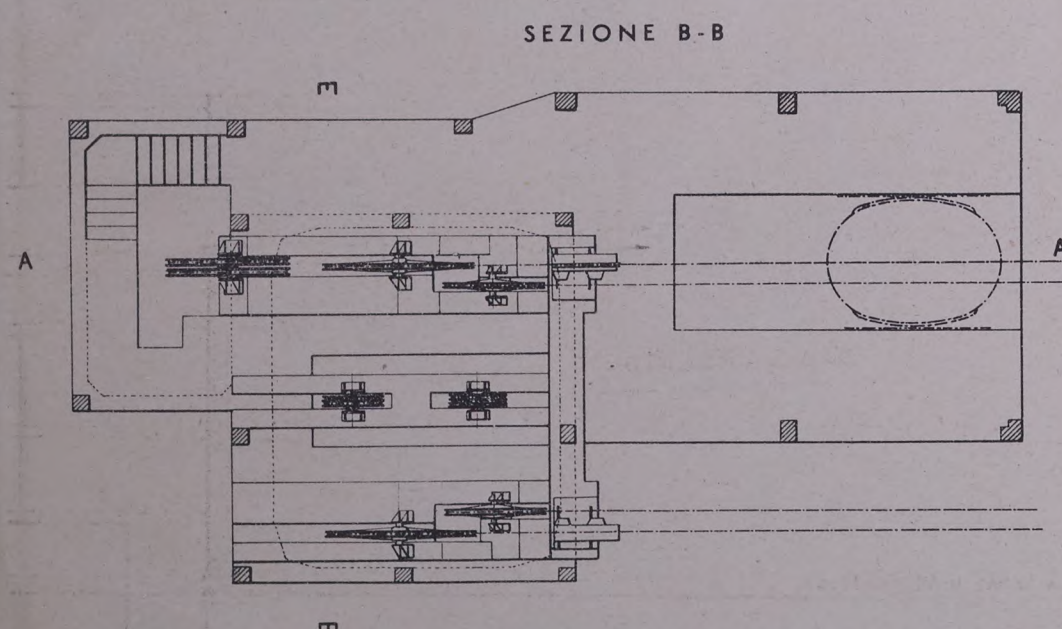
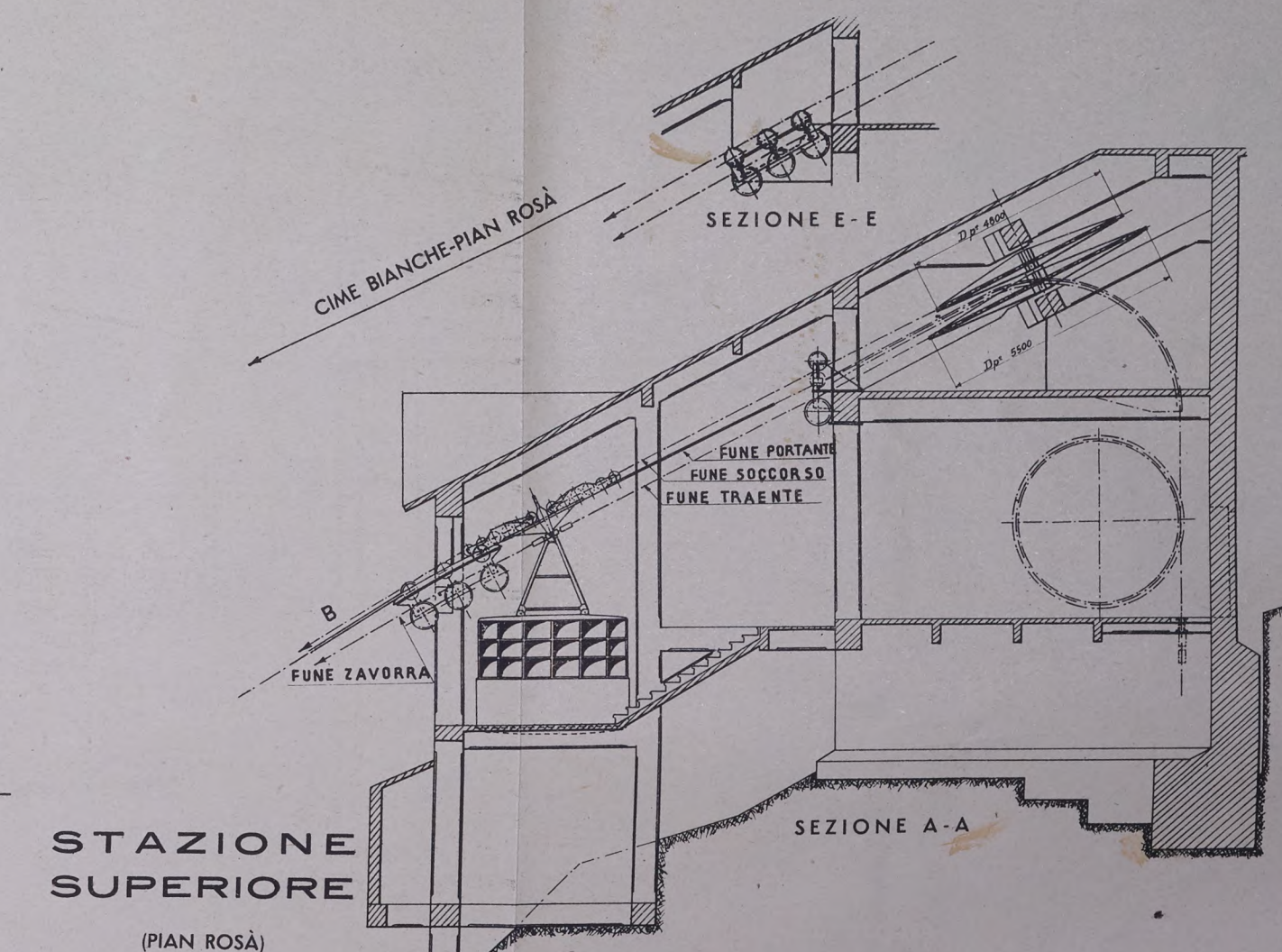
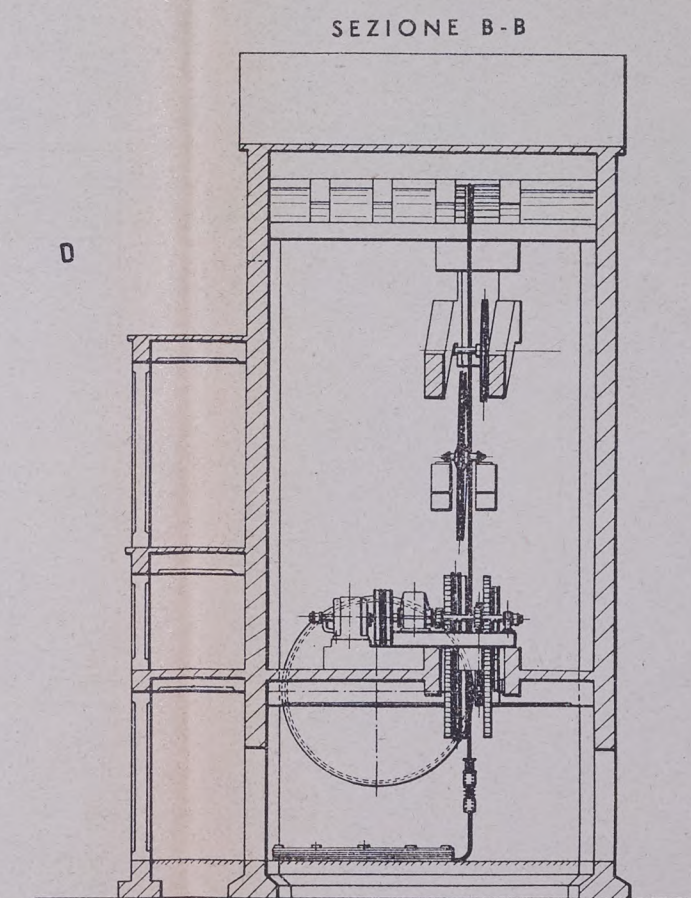
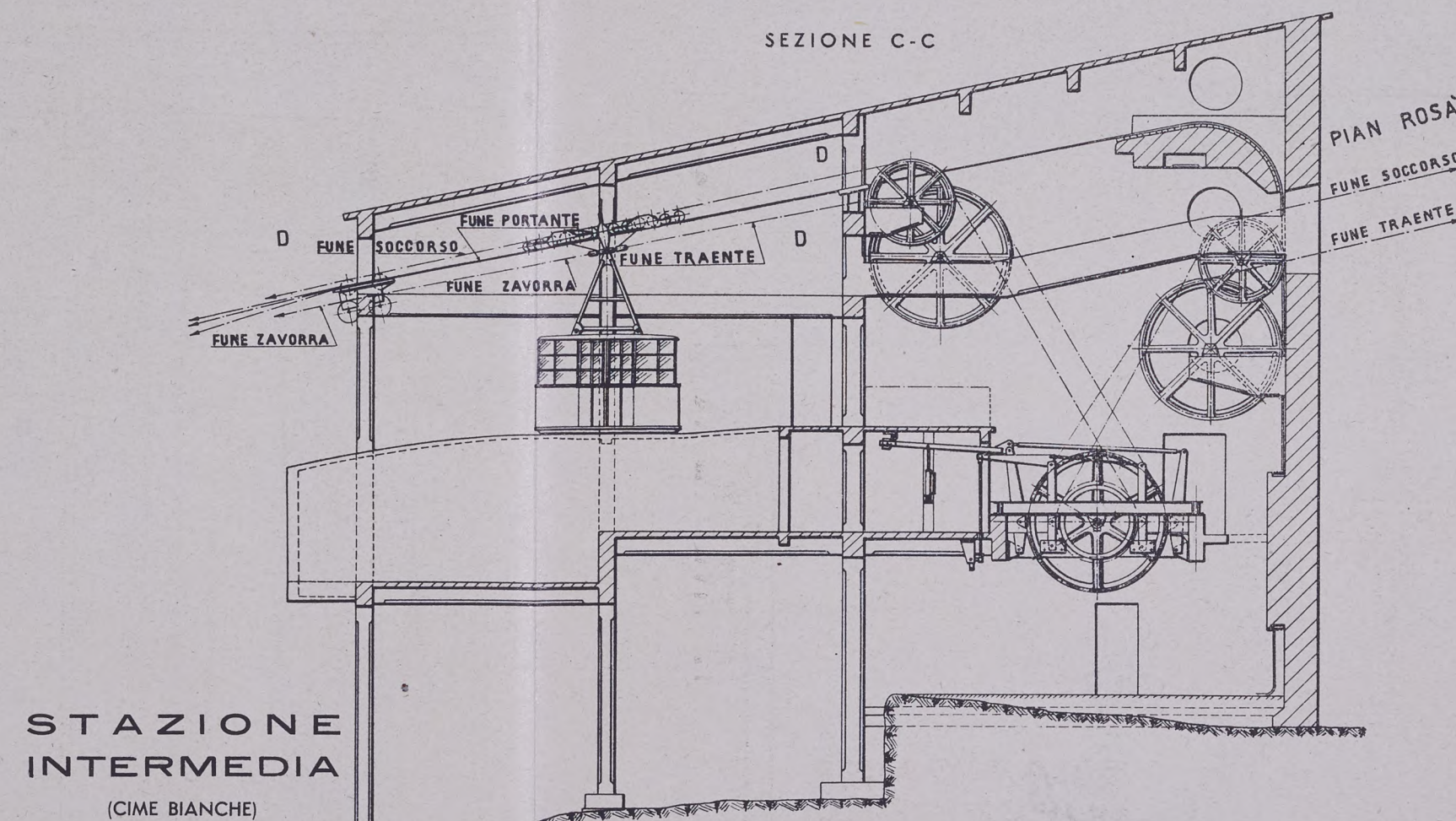
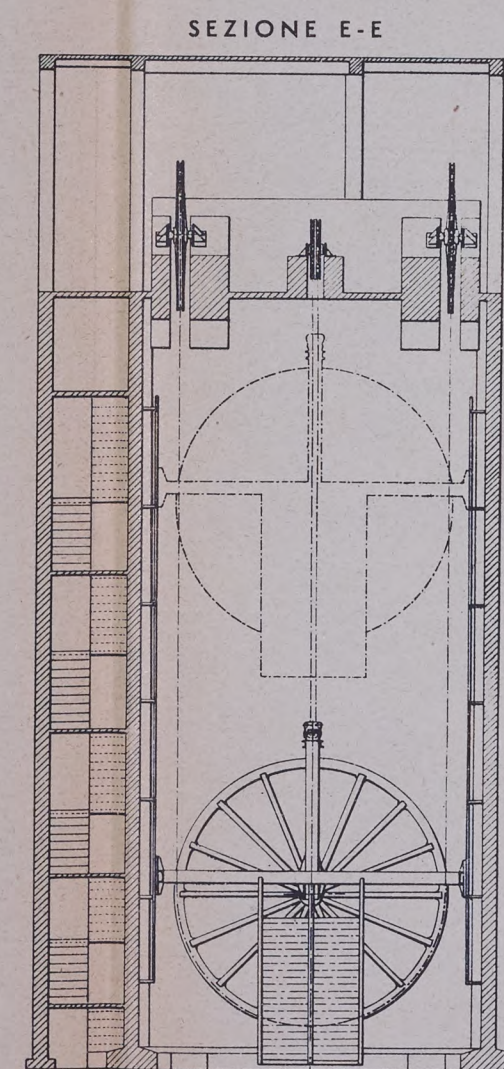
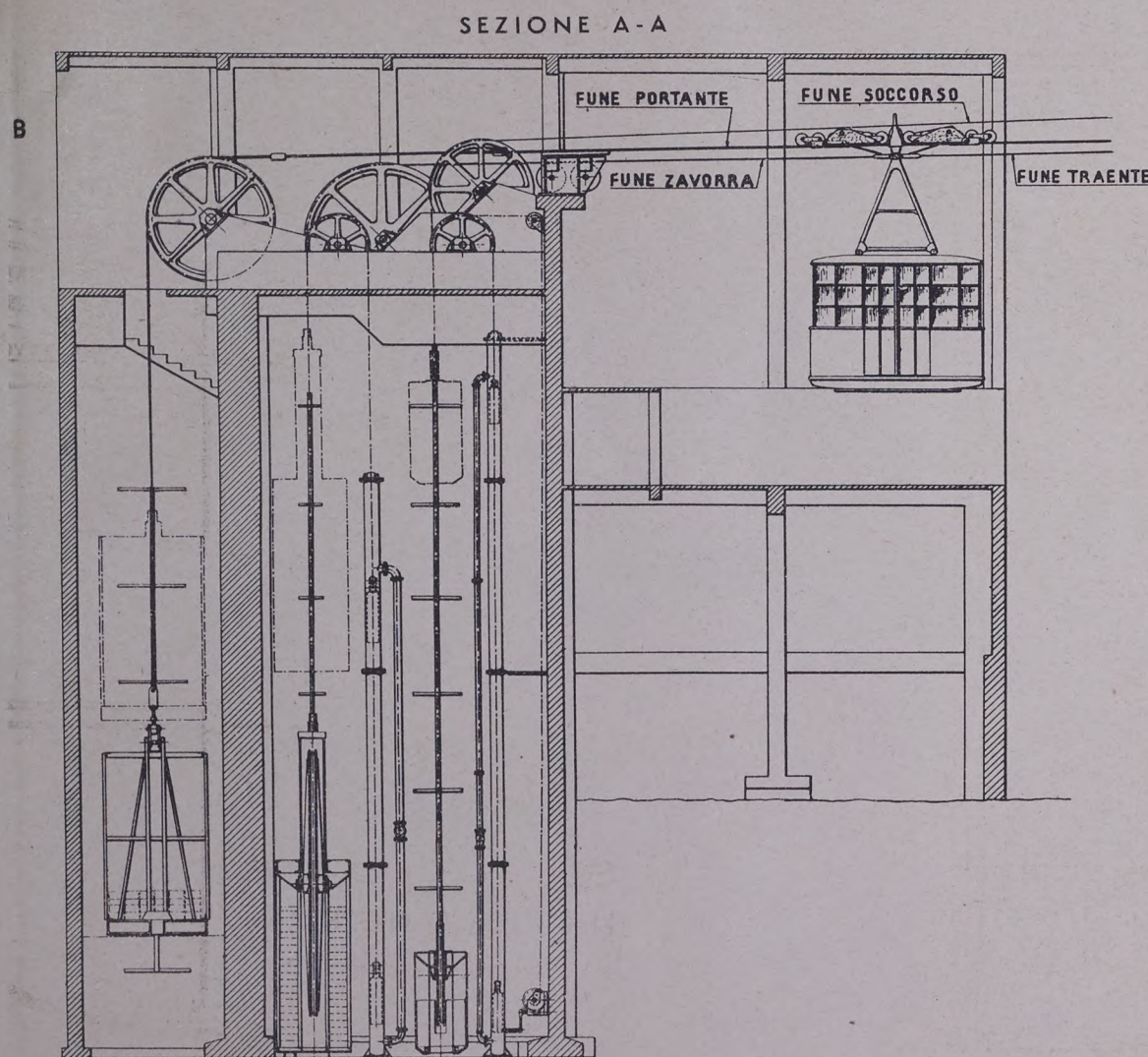
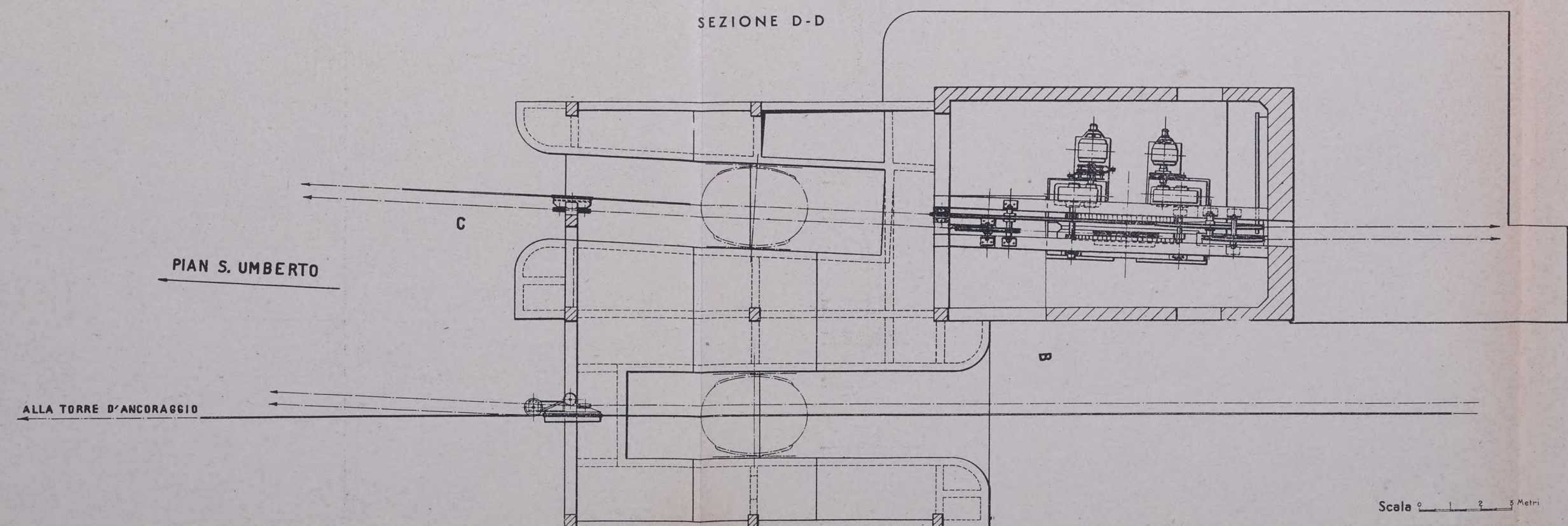
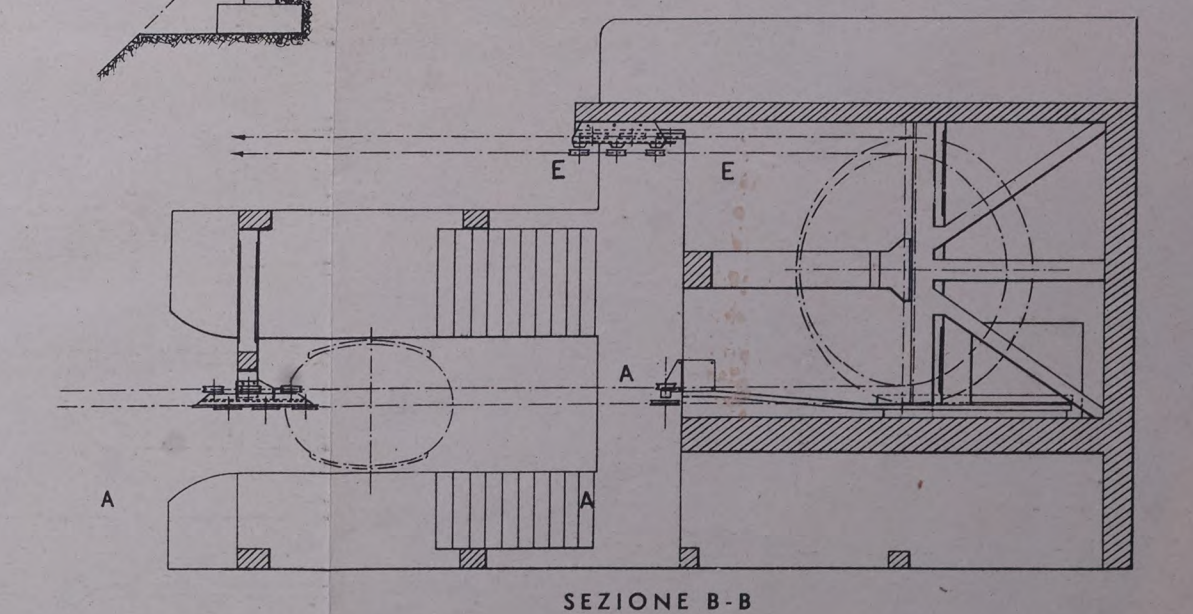
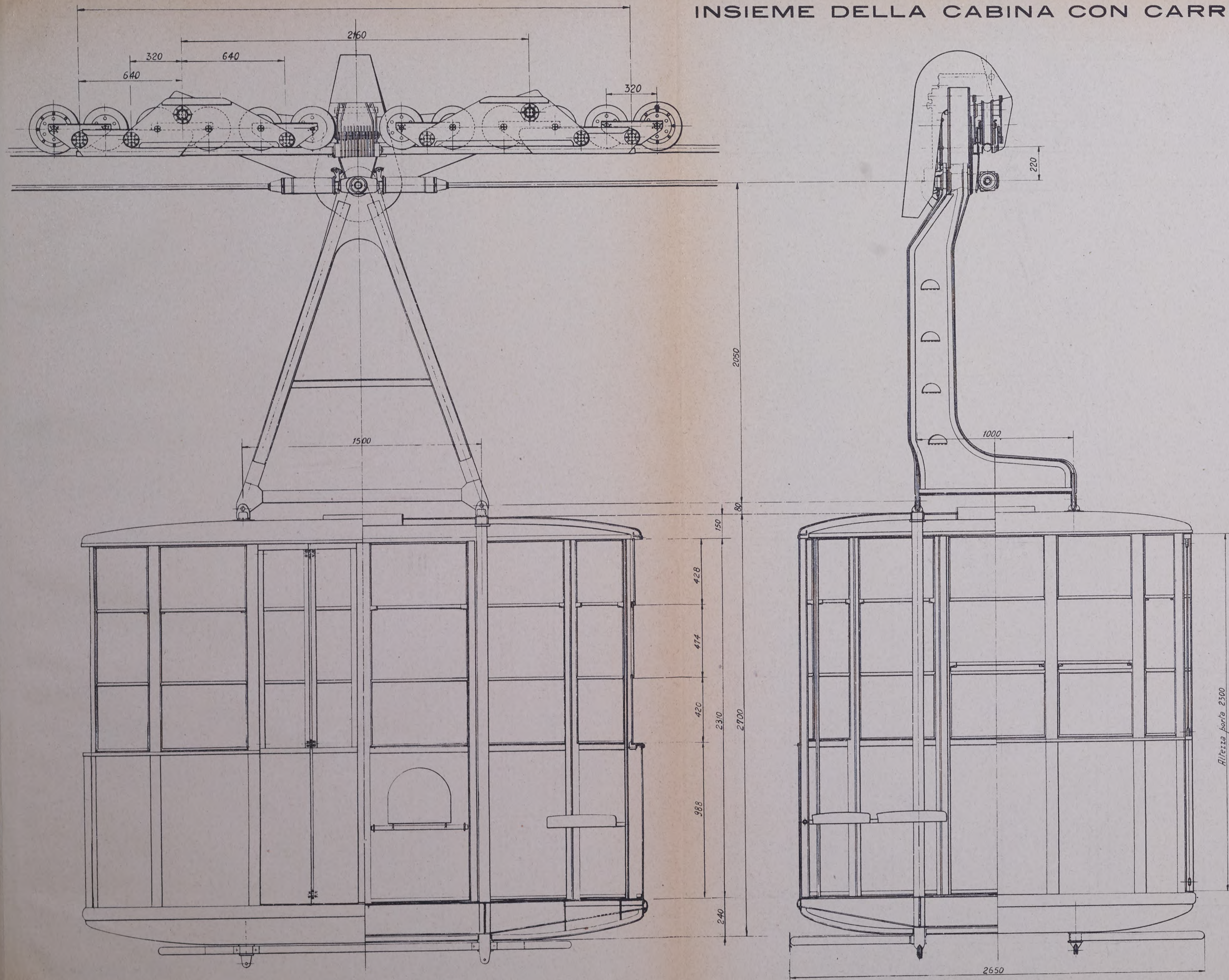
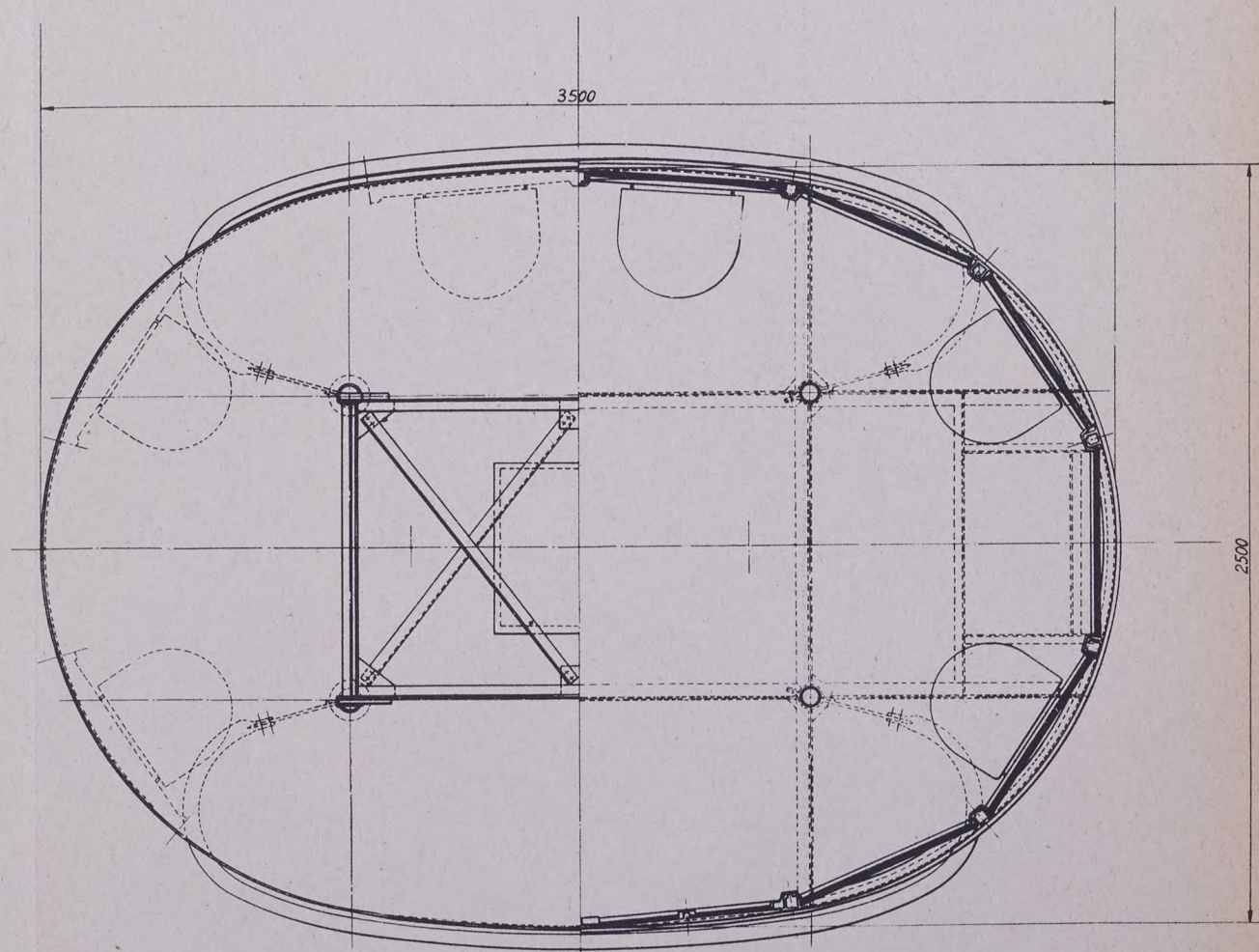
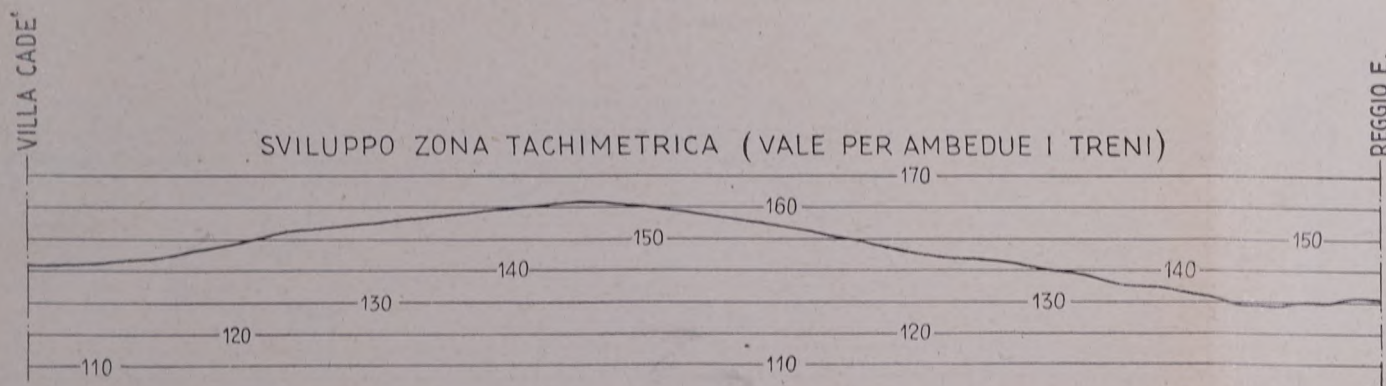
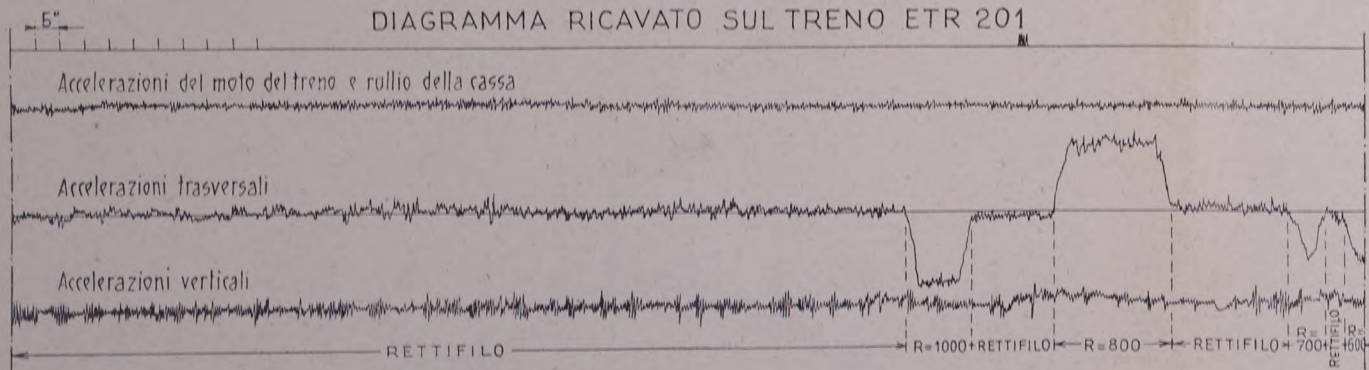
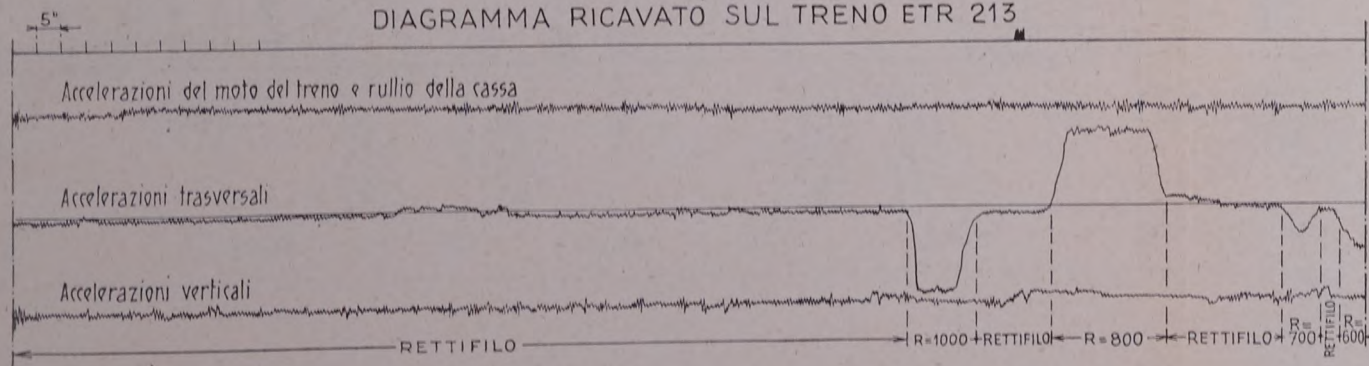
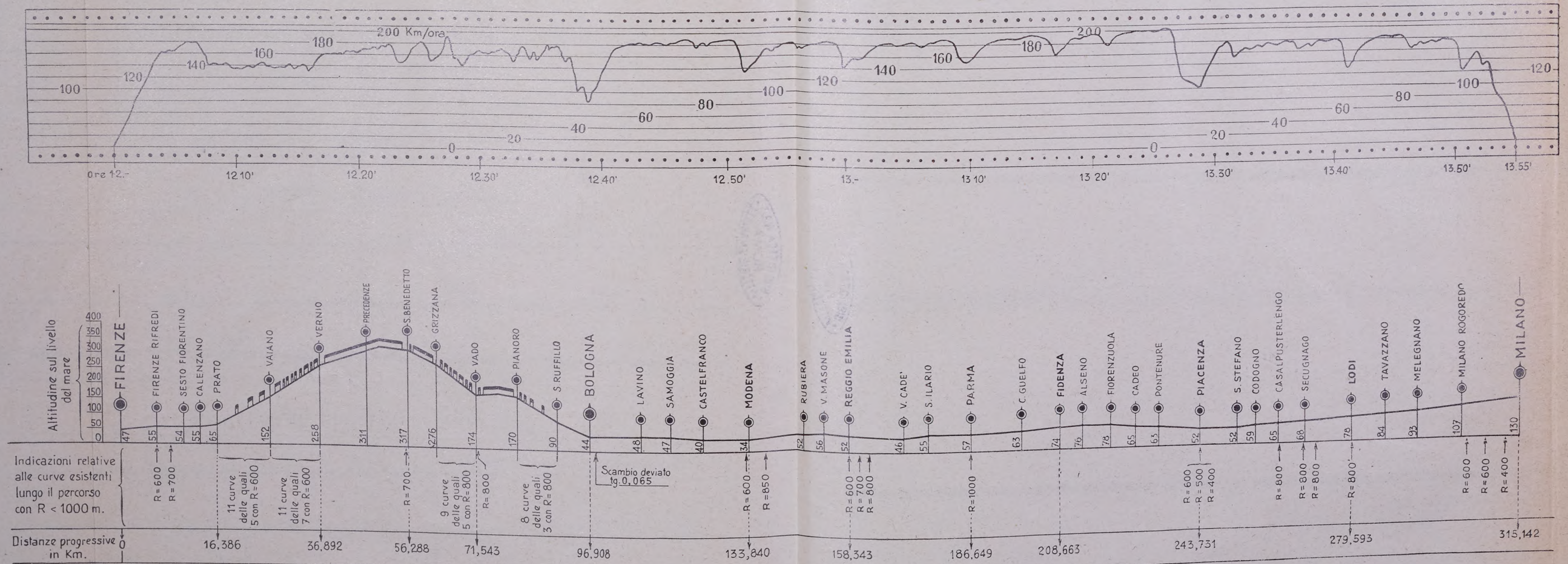
QUADRUPLICAMENTO DEL BINARIO FRA ROMA - TIBURTINA E ROMA - MANDRIONE

PIANTA SCHEMATICA INDICANTE LE OPERE PROVVISORIE DI SOSTEGNO DEI BINARI

ARTIFICIALE

(...400 sul retto - 2,10 sull'obliquo)

Iª fase: Opere provvisorie per il sostegno dei binari

IIª fase: Costruzione dei piedritti

IIIª fase: Costruzione del volto

IVª fase: Demolizione delle opere provvisorie e sbancamento terra sottostante al volt[o]

ATTRAVERSAMENTO CON L'ACQUEDOTTO FELICE PRESSO LA VIA CASILINA

Acquedotto prima dei lavori

Riempimento delle luci esistenti - Sottomurazioni - Parziale costruzione dell'arco

Attraversamento a lavori ultimati

…ografia F. S. - Roma, 6-1939-XVII

DIAGRAMMI RICAVATI COL PENDOLO HALLADE FRA VILLA CADE' E REGGIO E.

ZONA TACHIMETRICA DELLA CORSA EFFETTUATA DALL' ETR N. 212 DA FIRENZE A MILANO IL 20-7-1939-XVII

ALL' ETR N. 212 DA FIRENZE A MILANO IL 20-7-1939-XVII

OSCILLOGRAMMI PER LA RUMOROSITA' DEGLI ELETTROTRENI

1962 Tipo-Litografia F. S. - Roma, 10-1939-XVII

ELETTROTRENI ETR 207 - 214

SCHEMA CIRCUITI A 24 V
LUCE - DINAMO - BATTERIE

- Lampade da 3 Watt
- Lampade da 5 Watt
- » » 10 »
- » » 15 »
- » » 20 »

SCHEMA GENERALE DELLE CONDUTTURE PNEUMATICHE

1 – Valvola di arresto da 1 1/2"
2 – Rubinetti di isolamento da 3/4"
3 – Rubinetti da 1 per isolamento rubinetti di comando
6 – Valvola di sicurezza da 3/4" con raccordi 1"
7 – Separatori centrifughi da 1" con rubinetti di spurgo da 1/2"
8 – Filtri d'aria da 1" per condotta
9 – Rubinetto di isolamento da 1 1/2"
10 – Rubinetto di isolamento da 1"
11 – Rubinetti di isolamento da 1"
12 – Valvole regolatrici tipo C 6 A senza supporto
13 – Rubinetti di comando
14 – Maniglia per detti
15 – Manometri doppi da cruscotto
16 – Manometri semplici da cruscotto
17 – Serbatoi principali 15" × 55" (l ≅ 150)
18 – Serbatoi ausiliari 12" × 60" (l ≅ 100)
19 – Serbatoi di comando 10" × 15" (l ≅ 15)
20 – Rubinetti di spurgo da 1/4"
21 – Supporti con distributore " **Breda** „ tipo 2
22 – Apparecchi per l'isolamento e lo scarico del cilindro a freno
23 – Rubinetti di inversione «scarico diretto - scarico graduale»
24 – Cilindri a doppio stantuffo da 10"
25 – Valvole di scarico ad un raccordo orizzontale da 1/2"
26 – Valvola di arresto da 1"
27 – Mezzi accoppiamenti da 1" per freno autom.
29 – Teste di accoppiamento da 3/4" per freno autom.
30 – Teste di accoppiamento da 1" per freno moder.
31 – Fischi da 1 1/2" a 3 toni
32 – Valvole a leva da 3/8" per fischi e sabbiere
33 – Rubinetti a 3 vie per pantografo
34 – Doppie valvole di arresto da 1/2" N. 23
35 – Valvole elettropneumatiche
36 – Accoppiamento con 2 teste da 1" per freno moder.
38 – Accoppiamento con 2 teste da 3/4" per freno autom.
40 – Eiettori lanciasabbia
41 – Apparecchi tergicristallo tipo " **Knorr** „
42 – Rubinetti a 3 vie per tergicristalli
43 – Valvole doppie di scarico
44 – Valvola regolatrice tipo C 6 A con supporto orizz.
45 – Separatore
46 – Valvole di arresto da 1/2"
47 – Regolatori centrifughi a mercurio
48 – Pulsanti di controllo
49 – Lampadine di controllo a 24 V. con portalampada
50 – Compressore d'aria **C 38** litri 1075/1'
51 – Filtro di aspirazione per detto
52 – Regolatore elettropneumatico di pressione **ES 16**
53 – Compressori d'aria N. 2 - GACDU litri 330/1'
54 – Regolatori di pressione **NS 16**
55 – Inseritore elettropneumatico
56 – Relais elettropneumatico tipo **L** di comando trolley
57 – Cilindri dei trolley
58 – Pompe per il sollevamento trolley
61 – Relais tipo L p. comando lubrificazione albero cavo

ILLUMINAZIONE IN LUX SUL PIANO DEL TAVOLO NELL'INTERNO DEGLI ETR 1ª E 2ª SERIE

I dati fra parentesi si riferiscono a treno fermo e quindi con circuito alimentato dalla batteria.

1962 Tipo-Litografia F. S. - Roma, 10-1939-XVII

...o-Litografia F. S. - Roma, 10-1939-XVII

RIVIST

Tav. X.

ATURE RELATIVE ALLA CE

A POTENZA IN W ASSORBI

Watt

22 0 2 4 6 8 10 12 14

3

ANNO

1937-XV

Tipo-Litografia F. S. - Roma, II-1939-XVIII